

Process and apparatus for obtaining natural fibres, in particular bamboo fibres, for use as a reinforcing material

Publication number: EP0971065 (A2)

Publication date: 2000-01-12

Inventor(s): RAUER LOTHAR DR-ING [DE]; WILHELM JOHANNES DR-PHIL PH [DE]

Applicant(s): RAUER LOTHAR DR ING [DE]; WILHELM JOHANNES DR-PHIL PH [DE]

Classification:

- international: D01B1/14; D01B1/50; D21B1/00; D21B1/12; D01B1/00; D21B1/00; (IPC1-7): D21B1/12; D21B1/00

- European: D01B1/14; D01B1/50; D21B1/00; D21B1/12

Application number: EP19990112805 19990704

Priority number(s): DE19981031433 19980706

Also published as:

EP0971065 (A3)
 DE19831433 (A1)

Cited documents:

GB2303152 (A)
 US4857145 (A)
 DE19501618 (A1)
 FR2636350 (A1)

Abstract of EP 0971065 (A2)

To recover a yield of natural fibers, and especially bamboo fibers, the bamboo is initially chopped (1) into a loose material. The chopped material is either washed (2) and then softened (9) by a structured loosening pressure steam action or is passed directly to the softening station (9). The material is broken down into fibers (11) in one or more stages, followed by flow drying and sorting (14). A mass flow (16) is taken as a product of the fiber forming station (9) from the flow drying and sorting station (14), to be taken by one or more of the fiber forming stages with the other mass flow (16) to be taken out from the finished product (15). The raw bamboo fed to the initial chopping station (1) moves slowly, to be chopped in a drawing cutting action, to give chopped lengths of max. 5 cm.; The loose chopped bamboo is washed (2) to separate dirt and other clinging plant protection and/or preservation agents. The water (6) used for the washing is passed through a mechanical water cleaning station (7) to be heated to <= 50 degrees C, to be mixed with further recirculating water (3) from a complex water cleaning system (5) and additional fresh water (19). The ratio of the recirculating water to the used water is 1:1 to 1:10. The material is softened (9) by wet steam at a pressure of 1-10 bar and at a temp. of 100-180 degrees C in a dwell time of up to 1 hr. The steam pressure, temp., and the dwell time are adjusted separately or together, to give the required fiber length and thickness distribution. The material can be steeped for softening, as an alternative to the pressure steam processing, with or without a material washing action.; The moisture generated at the softening stage (9) is passed directly to the coarse fiber forming stage (11) which acts on the extruder principle with a press and shearing action. Also, in the fine fiber forming stage using conventional disk or roller mills together with subsequent or parallel squeeze and shear actions, the processing gives a combination of coarse and fine fiber formation. It produces fibers with a dia. and length of 15 mu m <= dF <= 30 mu m, 1mm <= IF <= 6mm and fiber bundles in a dia. and length of 0.5mm <= dF <= 1.5 mm, 6mm <= IF <= 15...20mm. The oversize material from the coarse (11) and/or fine fiber formation is passed to the flow dryer with the sorting (14) to be taken next to the finished material (15) and also winnowed for return to the appropriate fiber forming station to be converted into fibers.; The raw material is also given an additional chemical or other treatment process to increase its resistance to alkali and/or for any specific material modification. The additives are fed into the grinding and fiber forming zones by special dosing, for mixing with the bamboo fiber material from the grinding zone, or by addition at a forced mixer in front of the drying station (14). According to end use, the chopped bamboo material is reduced to coarse and fine fibers to give bamboo fibers/fiber bundles of a variable length and thickness of dF <= 15..30 mu m at 1mm <= IF <= 4mm up to fiber bundles of dF <= 0.5..1.5mm and 8mm <= IF <= 15...60mm.; The system can have a single-stage fiber forming operation, with the distribution of the fiber bundle length and thickness set at the mill by a combination of mechanical operating speed, the structure of the sieve plate and the pneumatic take-off to match the following spiral swing sieve at the sorting station. The fiber formation can be through a screw extruder, using two screws in the housing rotating against each other with a low rotating speed of <= 100 min-1, using a constant or variable screw pitch along the axial direction. The back-up can be varied by throttling the outlet cross section of the extruder by 10-50%. Material compounds are removed by the evaporation of the water content in the material by increasing the pressure and temp. by the friction and compression heat of the ground material to form fine material components.; An Independent claim is included where the outflow of soiled water (4) from the washing stage (2) is fed to a complex water cleaning stage (5). The softening stage (9) has a feed for saturated steam (8), and an outlet for soiled condensation (10), passed to the mechanical water cleaner with an assembly (7) to use derived heat, to be returned to the washing station (2) as clean water. The assembly (7) has an outlet for separated impurities (12) and generated heat (13). Preferred Features: The softening stage (9) is a

continuous reactor, or it is a softening stage with or without material washing. The chopping station (1) has beating shears, drum choppers and the like. The coarse fiber forming station (11) has a beating or chipping mill, etc.; The sorting station has a fine fiber forming stage, in parallel with systems such as disk mills, screw extruders or micro-eddy mills, and a drying stage (14) such as a flow or bed dryer. The prodn. line can include a final sorting stage to give different fine material fractions.

~~~~~  
Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 971 065 A2

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**(43) Veröffentlichungstag:  
12.01.2000 Patentblatt 2000/02(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: D21B 1/12, D21B 1/00

(21) Anmeldenummer: 99112805.9

(22) Anmeldetag: 04.07.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: 06.07.1998 DE 19831433

(71) Anmelder:  
• Rauer, Lothar, Dr.-Ing.  
09116 Chemnitz (DE)

- Wilhelm, Johannes, Dr.-phil.Ph  
09119 Chemnitz (DE)

(72) Erfinder:  
• Rauer, Lothar, Dr.-Ing.  
09116 Chemnitz (DE)  
• Wilhelm, Johannes, Dr.-phil.Ph  
09119 Chemnitz (DE)

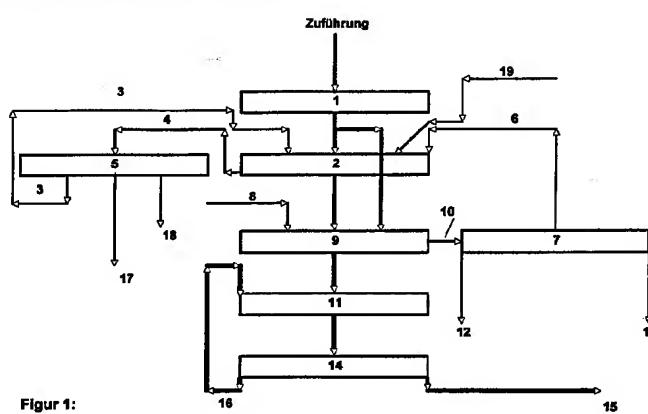
(74) Vertreter: Horn, Klaus, Dr.  
Patentanwaltskanzlei Dr. Horn,  
Draisdorfer Strasse 69  
09114 Chemnitz (DE)

**(54) Verfahren und Anordnung zur Gewinnung von Naturfasern, insbesondere Bambusfasern, die den Zweck der Verstärkung erfüllen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet der Gewinnung und Behandlung von natürlichen Fasern aus faserhaltigen, natürlichen somit nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere aus Bambusmaterialien, die als Verstärkungsmaterialien in den derzeit am häufigsten angewandten Matrixstoffen geeignet sein sollen. Es liegt der Erfindung die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zu schaffen, die die gesamtheitliche technische Lösung einer Zerkleinerung des Aufgabegutes entlang der Strukturgrenzen mit einem hohen Anteil von Bestandteilen im Länge/Durchmesser-Verhältnis >100 im Austragungsgut bewirkt.

Erfnungsgemäß wird die technische Aufgabe dadurch

gelöst, daß beliebige, auf Rieselfähigkeit vorzerkleinerte, faserhaltige, organische Materialien, insbesondere jedoch Bambus, einem ein- und/oder mehrstufigen Behandlungsprozeß, bestehend aus einer Waschstufe, einer Druckbedämpfung oder einer zuschaltbaren Wäsche, einem Zerkleinerungsvorgang und einer nachgeschalteten Klassierstufe, unterzogen werden. Erhalten werden als Fertigut je nach Verfahrensweise und -bedingungen Fasern mit  $l_F \leq 60$  mm oder beispielsweise  $d_F \leq 1-2$  mm. Es sind sowohl naß-trocken wie auch ausschließlich trocken arbeitende Verfahrensabfolgen vorgesehen.



Figur 1:

**Beschreibung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet der Gewinnung und Behandlung von natürlichen Fasern aus faserhaltigen, natürlichen somit nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere aus Bambusmaterialien, die als Verstärkungsmaterialien in den derzeit am häufigsten angewandten Matrixstoffen geeignet sein sollen.

[0002] Fasermaterial ist als anorganisches wie auch als organisches Material zur Verstärkung verschiedenster Matrixstoffe hinlänglich bekannt, somit auch viele der aus diesen Materialien darstellbaren Produkte, dazu z.B. DE 36 14 533 und DE 39 27 777 u.v.a.m.

Der Bestand und die Entwicklung der technischen Literatur auf diesem Fachgebiet läßt erkennen, daß die Fachwelt bisher keine bzw. kaum Aufmerksamkeit der Gewinnung, Aufbereitung und Weiterverarbeitung von Bambusfasern geschenkt hat. Die Technikentwicklung befaßte sich bisher im Bereich der organischen Zusatz- und Verstärkungsmaterialien mit nach überwiegend europäischem Verständnis traditionellen Faserstoffen.

[0003] Als eine der ersten Zusatz- bzw. Verstärkungsmaterialien wurden Papiere und Textilbestandteile, ihrer Herkunft nach organische Materialien, eingesetzt. Da dies gleichermaßen für Holzmehl zutrifft und diese Zusatzkomponenten zum Matrix-Material allgemein anerkannter Wissensstand sind, bedarf es dazu keiner, dies belegender Nachweise. Der Einsatz dieser Materialarten behob den zum Zeitpunkt des Entstehens der ersten Kunststoffe vorherrschenden Mangel der nicht ausreichenden Festigkeit des eigentlichen Kunststoffes beim Gebrauch. Im Bestreben der Kunststoff- und allgemeinen Technikentwicklung, Werkstoffe zu schaffen, bei denen einerseits mit wertvollem Matrix-Material sehr rationell umgegangen wird, andererseits aber die Produkteigenschaften dem jeweiligen Verwendungszweck möglichst optimal angepaßt werden, z.B. durch Fasereinlagen aus sehr unterschiedlichen organischen oder anorganischen Stoffen, hierzu wären beispielsweise DE 36 14 533 oder DE 39 27 777 zu benennen.

Verstärkungfasern selbst, die Herstellung von Verstärkungfasern, wie auch die Einarbeitung in bzw. die Verarbeitung dieser Fasern mit Kunststoffen sind kostenaufwendig, teilweise zeitaufwendig und kompliziert handhabbar, so z.B. die Verstärkung mit Kohlenstofffasern oder Whiskern. Die Anwendung dieser vorgenannten Fasern, so aber auch die weitverbreitete Glasfaserverstärkung, verbrauchen unwiederbringlich natürliche Ressourcen. Für bestimmte Anwendungsfälle erscheinen die mit vorgenannten Verstärkungsmaterialien erreichbaren Qualitäten und Eigenschaftswerte, insbesondere die physikalisch-mechanischen, unnötig bzw. unangepaßt hoch. Mitunter ist es angebracht, organische Fasern synthetischer Herkunft zur Verstärkung einzusetzen. Aber auch diese Fasergruppe verbraucht unwiederbringlich Naturressourcen, sind bei ihrer Herstellung in der Regel mit schädigenden Belastungen für Mensch und Umwelt verbunden und gleichfalls kosten- und zeitintensiv, meistenteils auch energieintensiv in der Grundstoff- und Faserherstellung. Wenn bestimmte Eigenschaftswerte, die vorgenannte Fasern als Verstärkungsmaterial bewirken, nicht unbedingt bis zur Grenze ausgenutzt werden müssen, sondern Eigenschaftswerte im geringeren/niederen Niveau durchaus zur Erfüllung des erforderlichen Gebrauchswertes ausreichen, kann es auch angebracht erscheinen, organische Fasern natürlicher Herkunft als Verstärkung einzusetzen. Diese aus der Natur stammenden Fasern, wie z.B. Hanf, Jute, Baumwolle, Flachs (hierzu z.B. Flachs - eine nachwachsende Verstärkungsfaser für Kunststoffe ?, Th. Fölster und W. Michaeli, Kunststoffe 83, 1993, 9, Carl Hanser Verlag München), Holz oder Wolle verbrauchen nicht irreversibel Naturressourcen, sondern wachsen ständig nach. Sie stehen aber naturgemäß nur in beschränktem Maße zur Verfügung, da sie bis zur Nutzbarkeit relativ lange Nachwachszeiträume bzw. längere Vegetationsperioden erfordern. Für hohe Aufkommen müßten daher große Anbauflächen in den jeweils erforderlichen Klimabereichen der Erde zur Verfügung stehen. Auch ergäben sich durch, dann monokulturelle Bewirtschaftung des zur Verfügung stehenden Landes, gesellschaftliche wie auch klimatische und ökologische Negativaustrückungen.

Da es im Bestreben der Technikentwicklung lag und liegt, Werkstoffe zu schaffen, bei denen einerseits mit wertvollem Matrixmaterial sehr rationell umgegangen wird, andererseits aber die Produkteigenschaften dem jeweiligen Verwendungszweck möglichst optimal angepaßt werden, eben z.B. durch Fasereinlagen aus sehr unterschiedlichen organischen oder anorganischen Stoffen, ist die Verwendung von festigkeitserhöhenden Zusatzmaterialien für Verbundwerkstoffe insbesondere in der Kunststofftechnik und zunehmend im Bauwesen als weit entwickelter Stand der Technik anzusehen, dazu Ehrenstein, G.W., "Faserverbund-Kunststoffe Werkstoffe, Verarbeitung, Eigenschaften", Hanser-Verlag, München, 1992 und DBV-Merkblätter Faserbeton mit Merkblatt "Technologie des Stahlfaserbetons ..." (Fassung 06/1992) und Merkblatt "Bemessungsgrundlagen für Stahlfaserbeton ..." (Fassung 09/1992). Immer häufiger werden dazu synthetische Fasern mit Faserdurchmessern  $d_F$   $5\mu\text{m} \leq d_F \leq 50\mu\text{m}$  eingesetzt. Dabei verfolgt man je nach Faserlänge  $l_F$  unterschiedliche Ziele, z.B. Kurzglasfasern mit  $l_F/d_F \geq 10$  für die Verstärkung von an sich sehr weichen Thermoplasten und Langglasfasern mit  $l_F/d_F \geq 1000$  bei der Verstärkung von spröden Duroplasten. Ebenso hat man mit synthetischen Textil- oder Glasfasern bei vorzufertigenden dünnwandigen Betonerzeugnissen anstelle früher eingesetzter Asbestfasern wichtige Gebrauchswerteigenschaften wie die mechanische Festigkeit und Biegefestigkeit erheblich verbessern können, wobei z.B. Einstandskosten mit 3,00 - 4,00 DM/kg für Kurzglasfasern bisher eine massenhafte Verwendung solcher Materialien limitierten. Gleichfalls gilt der Einsatz von biegeschlaff eingebrachten Stahldrahtverstärkungselementen für verschiedene Betonarten als eingeführt. Der großtechnische Einsatz von Naturfasern hoher Festigkeit, wie z.B. Bambusfasern ist bisher für solche Verstärkungsaufgaben nicht bekannt geworden. Ebensowenig

der Einsatz für Transport- oder Spritzbeton.

Untersuchte (zerfaserte und weiterverarbeitete) Bambusproben (vorrangig Arundinaria) bestanden im Durchschnitt aus ca. 40 Vol-% Fasern, bis zu 50 Vol-% Parenchymzellen und >10 Vol-% Leitgefäßen, dazu Liese, W., Anatomy and Utilization of Bamboos, European Bamboo Society Journal, May 6/1995, S. 5-12. Bambus übertrifft damit hinsichtlich des

5 Gesamtfaseranteiles mit technisch gewinnbaren Fasern von bis zu 80% der Halmbiomasse alle einheimischen Faserpflanzen erheblich, wenn man unterstellt, daß solche Fasern oder Faserbündel unterschiedlicher Länge und Dicke im Normalfall größer sein werden, als die für die Weiterverarbeitung technologisch wichtigen verholzten Bambusfaserzellen bei Abmessungen mit Durchmessern  $d_Z \leq \mu\text{m}$ , Wandstärken  $s_Z \leq 6 \mu\text{m}$  und Längen  $l_{ges} \leq 1.300 - 4.300 \mu\text{m}$ . Im Vergleich zu einheimischen Hölzern ist die mechanische Belastbarkeit bei vielen wirtschaftlich interessanten Bambusgattungen 10 bzw. -arten wie Bambusa, Arundinaria, Phyllostachys und Fargesia, insbesondere die aufnehmbare Biegebeanspruchung relativ groß. Bei Bambus dominieren z.B. gegenüber Nadelhölzern die um bis zu 140 % höhere Biegebelastbarkeit und die um bis zu 85 % höhere Zugbelastbarkeit. Analoges gilt für den Vergleich von zugbeanspruchten Faserpflanzen, bei denen z.B. die mittleren Zugfestigkeitswerte von Hanffasern um den Faktor 3 - 4 und von Flachsfasern um das 2 - 3 fache durch Bambusfaserbündel übertroffen werden.

15 [0004] Für die schon o.a. Bedeutungslosigkeit der Bambusfasern, die sie in der Technikentwicklung, einschließlich der ihr zugrunde liegenden Veröffentlichungspraxis, erfahren hat, ist zu vermuten, daß die Ursachen dafür in der technologisch wesentlich einfacheren Holzzerfaserung, in Befürchtungen über hohe Rohstoffpreise und in der breiten Orientierung auf andere gegenüber Bambus geringwertigere (beim Anbau in Europa jedoch geförderte) Faserpflanzen liegen.

20 Von den wenigen bekanntgewordenen Entwicklungen zur Be-/Verarbeitung von Bambus orientieren Lo, M. P.; Tsai, C. M. in "Experiment on the manufacturing of bamboo particleboard", Bull. of the Exp. Forest of National Taiwan University, 116, 1975, p. 527 - 544 auf die Verwendung von Prall- und/oder Hammermühlen für die Zerkleinerung von Rohbambus, wobei als Nachteil ein hoher Feinkornanteil im Mahlgut ebenso toleriert werden muß wie relativ kurze Fasern bzw. Faserbündel, die durch das Zerbrechen des Aufgabegutes in diesen Mühlen infolge stochastisch verteilter, aufeinander

25 folgender Beanspruchungsvorgänge beim technischen Zerkleinerungsprozeß während des Durchganges durch den Mahlraum entstehen. Ein weiterer Nachteil ist der erhebliche Metalleintrag in das Mahlgut, entstehend durch Reib- und Gleitverschleiß aus der Mahlgutbewegung an den in der Regel mit hoher Umlaufgeschwindigkeit rotierenden Mahlwerkzeugen. Gleiche Bedenken müssen angemeldet werden bei allen zur Zerfaserung einsetzbaren Zerkleinerungs-

30 maschinen, bei denen das vorzerkleinerte Aufgabegut Bambus z.B. in einem Mahlspalt zwischen rotierenden Scheiben oder zwischen ebener Mahlbahn und darauf sich abwälzendem angedrückten Mahlkörper durch unterschiedliche Anteile von Druck- und Scherbeanspruchung, ggf. überlagert mit örtlicher Prall- oder Schlagbeanspruchung zerkleinert werden, dazu Höffl, K., "Untersuchung über die Zerkleinerung in Wälzmühlen", Dissertation Technische Universität Dresden (Fakultät für Maschinenwesen), 1969, Eigenverlag. Mit diesen bisher bekannten technischen Lösungen ist eine notwendige Zerkleinerung des Aufgabegutes entlang der Strukturgrenzen, siehe Rauer, L., "Überlegungen zur

35 Xylitseparation aus Rohbraunkohle", Bergbautechnik 20, 1970, H. 7, S. 382 - 383, hier im Besonderen entlang der Zellgrenzen, und eine damit angestrebte für die Weiterverarbeitung technologisch vorteilhafte (bei Bambusfasern nadelförmige) Gestalt sowie Abmessungen des Fertiggutes mit Länge/Durchmesser-Verhältnissen >100 nicht möglich. Dies kann nur dann erreicht werden, wenn die mit integrierten Sichtersystemen der Mühlen verbundenen inneren Mahlgut-umläufe beseitigt und damit Übermahlungen ausgeschlossen werden, dazu Kolberg, L., "Beitrag zur Wälzzerkleine-

40 rung", Freiberger Forschungshefte A, 554, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1976. Darüber hinaus ist zu bedenken, daß durch die große Festigkeit aller Bambusarten und die in die Pflanzenzellen eingebauten silikatischen Bestandteile die Anwendung konventioneller Schneidtechnik stark eingeschränkt ist. Die bekannten Aufbereitungsverfahren mit integrierten Verfahrensstufen für schneidende Zerkleinerungsschritte sind bei allen Bambusarten sehr verschleißintensiv und somit mit erheblichen Mängeln behaftet.

45 Naheliegender Stand der Technik zu Gewinnungsverfahren oder Gewinnungsapparaturen/-anlagen im Sinne v.g. Anforderungen und zur Beseitigung der Mängel konnte nicht ermittelt werden.

[0005] Ausgehend von der oben dargestellten und mit hoher Sicherheit zu erwartenden künftigen Bedeutung dieser Naturstoffe liegt der Erfindung die technische Aufgabe und das Ziel zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zu schaffen, die die gesamtheitliche technische Lösung einer Zerkleinerung des Aufgabegutes entlang der Strukturgrenzen, hier der Zellwände, mit einem hohen Anteil von Bestandteilen mit technologisch vorteilhafter, bei Bambusfasern nadelförmiger Gestalt und Größe, insbesondere mit einem Länge-/Durchmesser-Verhältnis  $\geq 100$ , im Austragungsgut bewirkt, wobei

- 50
- in diesen v.g. Bestandteilen die Stoffeigenschaften hohe Zug- und Biegebelastbarkeit, hohe Schlagzähigkeit, niedrige Dichte und geringe Wärmeleitfähigkeit erhalten bleiben sollen,
  - die Abmessungen der Fasern bzw. Faserbündel durch Veränderungen von Verfahrensparametern an die wechselnden Abnehmererfordernisse angepaßt werden können, ohne von Konstruktionsmerkmalen, wie z.B. festgelegte Umlaufgeschwindigkeiten und Größe der Zerkleinerungswerkzeuge abhängig zu sein,

- möglichst feinkornfreie und kostengünstige Fasermaterialien erhalten werden.
- die Bambusfasern/Bambusfaserbündel durch die Anwendung eines trockenen Verfahrens so gewonnen werden, daß sie weitgehend frei sind von nichtfasrigen Bestandteilen und nach dem Durchlauf durch die Aufbereitungslinie die für den jeweiligen Einsatzzweck erforderlichen Eigenschaften, wie Restfeuchte, Faserlängen und -dickenverteilung aufweisen, wobei die Möglichkeit, im trocken arbeitenden Aufbereitungsprozeß die Abmessungen der Fasern bzw. Faserbündel durch Veränderung von Verarbeitungsparametern relativ einfach wechselnden Abnehmeranforderungen anzupassen, gegeben sein muß.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird die vorstehende Aufgaben- und Zielstellung durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 bis 16 gelöst.

Es sind an sich vom Grundsatz her bekannte Verfahrensweisen neu und verändert bestimmt und diese wie auch vom Grundsatz her bekannte Maschinen auf neue Art und Weise miteinander in Verbindung gebracht worden, so, daß beliebige, auf Rieselfähigkeit vorzerkleinerte faserhaltige organische Materialien, insbesondere jedoch Bambus, einem ein- und/oder mehrstufigen Behandlungsprozeß nach den Ansprüchen 1 bis 8 und 12 bis 15, bestehend aus einer Waschstufe, einer Druckbedämpfung, ersatzweise auch als Einweichstufe mit oder ohne Materialwäsche ausgebildet, einem Zerkleinerungsvorgang und einer meist mit einer Trocknungseinrichtung kombinierten Klassierstufe, unterzogen werden.

**[0007]** Die nachfolgenden Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung an Hand von zwei sich unterscheidenden Verfahrensweisen näher erläutern.

**Fig. 1** zeigt eine Verfahrensweise nach Ausführungsbeispiel 1.

**Fig. 2** zeigt eine Verfahrensweise nach Ausführungsbeispiel 2.

**Fig. 3** zeigt eine beispielhafte Siebanalyse mit Faserlängenverteilungen für 3 unterschiedliche Einstellungen bei der Gewinnung von Bambusfasern mit den erzielbaren qualitativen und quantitativen Eigenschaften des faserfördermigen Produktes, wobei  $Q(x)$  in % für Durchgangssummenverteilung steht.

Durchgeführte Aufbereitungsversuche zur trockenen und nassen Gewinnung von Bambusfasern und Faserbündeln haben bestätigt, daß für die Weiterverarbeitung wichtige granulometrische Eigenschaften, wie durchschnittliche Abmessungen der Zerkleinerungsprodukte und Fasergrößenverteilungen, in weiten Grenzen variierbar und damit die Anpassbarkeit an nachfolgende Verarbeitungsschritte gegeben sind. Die Faserlängenverteilungen  $I_F$  in I, II, III stehen für die folgenden Verarbeitungsschritte/-bedingungen:

- I - Trockene Aufmahlung der auf 20 mm vorzerkleinerten Rohbambusstücke in einer Kegelrollenwälzmühle mit innerem Stabkorb-Windsichterkreislauf, ohne vorgeschaltete Plastifizierung durch Dampfbehandlung,
- II - Aufmahlung des feuchten, durch Dampfbehandlung (1,5 bar, 110°C, Verweilzeit < 1 h) plastifizierten Rohbambus in einer Scheibenmühle mit enger Mahlspalteinstellung, ohne inneren Sichterkreislauf,
- III - Aufmahlung des feuchten, durch Dampfbehandlung (1,5 bar, 110°C, Verweilzeit < 0,5 h) plastifizierten Rohbambus in einer Scheibenmühle mit grober Mahlspalteinstellung, ohne inneren Sichterkreislauf.

**Fig. 4** zeigt eine Verfahrensweise nach Ausführungsbeispiel 5.

#### Ausführungsbeispiel 1

**[0008]** Gemäß einer ersten Verfahrensweise wird der Rohbambus mit den Anlieferdimensionen Länge  $1 < 1,0$  m und Durchmesser  $d < 0,15$  m der Vorzerkleinerung 1 zugeführt, die z.B. als langsam laufendes im ziehenden Schnitt arbeitendes Schneidwerk mit einzugsverbessernden vorgesetzten Walzen gestaltet sein kann. Dort wird er in Stückgrößen von max. 5 cm zerlegt und anschließend der Aufgabegutwäsche 2 zugeführt. Diese Wäsche wird mit Kreislaufwasser 3 aus der komplexen Wasserreinigung 5 und mit Rohwasser 6 aus der mechanischen Wasserreinigung 7, z.B. im Verhältnis 1:1 beaufschlagt, zuzüglich erfolgt eine angemessene Zuführung von Frischwasser 19. Die Aufgabegutwäsche 2 bewirkt das Abtrennen der gegebenenfalls oberflächlich anhaftenden Verunreinigungen z.B. aus Pflanzenschutz- und/oder Konservierungsmaßnahmen und verhindert eine eventuelle Chemikalienverschleppung in den Fasergewinnungsprozeß. Das Abwasser 4 wird in die komplexe Wasserreinigung 5 zurückgeführt, die in an sich bekannter Weise anlagenseitig gestaltet und nach bekannten Verfahren für die Schadstoffabtrennung aus belasteten Wässern zu betreiben ist. Das gewaschene Aufgabegut gelangt danach in die der Grobzerfaserung 11 vorgesetzte mit Naßdampf/Sattdampf 8 beaufschlagte Plastifizierung 9, die als Durchlaufreaktor ausgebildet ist und direkt in den Aufgabebereich des anschließenden Grobzerfaserungsaggregates 11 aufgibt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird mit Rücksicht auf die beabsichtigte Grobfasergewinnung aus Bambus eine geringe Plastifizierung und damit

geringe Auflockerung der gewachsenen Bambusstruktur durch das Einstellen einer sehr kurzen Verweilzeit des vorzerkleinerten Bambus bei einem Prozeßraumdruck von 3 bar und einer Prozeßtemperatur von ca. 130°C angestrebt. Das Kondensat 10 aus der Plastifizierung 9 gilt als mit nichtfasrigen Bambusbestandteilen verschmutzt und wird nach der Feststoffabscheidung, bei der zu entsorgende Reststoffe 12 anfallen und abgeführt werden, in einem an sich bekannten Wasserfeinreinigungsgerät 7, z.B. als Lamellen- oder Schrägrohrklärer ausgebildet, einem Wärmeüberträger zur Abwärmenutzung 13 zugeführt. Das gereinigte Rohwasser 6 wird wieder der Aufgabegutwäsche 2 zugeführt. Das von der Plastifizierung 9 direkt in den Aufgabebereich der Grobzerfaserung 11, die vorzugsweise nach einem modifizierten Extrusionsprinzip mit an sich bekannter Maschinenbauart arbeitet, aufgegebene feuchte Material wird durch die Preßwirkung der Schnecken des Extruders auf Temperaturen >100°C erwärmt, so daß das bis in die Pflanzenzellen eingedrungene Wasser zu sieden beginnt. Durch den dadurch gewollt bewirkten Dampfdruckanstieg sowie infolge der durch das Antriebssystem von außen auf das zwischen Schnecken- und Gehäusewand befindliche Material aufgezwungenen Scherwirkung wird in diesem ein Aufschluß entlang der festeren Faserzellwände hervorgerufen und damit ein Freilegen von Fasern und/oder Faserbündeln bewirkt. Die Grobzerfaserungsstufe 11 führt zu einer Größenordnung in der erzielbaren Faserlänge  $l_F$  von ca. 20 mm. Die Fasern mit  $l_F \leq 20$  mm werden als Fertiggut 15 aus dem an sich bekanntem Stromtrockner 14 abgegeben. Die in der Grobzerfaserungsstufe 11 entstandenen und aus dem Extruder austretenden Überlängen mit  $l_F > 20$  mm werden im Stromtrockner z.B. durch einen darin vorgesehenen regelbaren Sichter, abgeschieden und zur schonenden Nachzerkleinerung wieder dem Extruder aufgegeben 16. Es ist grundsätzlich möglich und gegebenenfalls vorzusehen, die zu gewinnenden Fasern einer zusätzlichen chemischen Behandlung wie z.B. mit Wasserglas oder NaOH zur Verbesserung der Alkalibeständigkeit zu unterziehen. Vorteilhaft könnte dies durch Zugabe der entsprechenden Substanzen auf das Grobgut vor der Zerfaserung, durch gesonderte Dosierung in den Mahl- und Zerfaserungsbereich der Zerkleinerungsmaschinen, mittels Zumischung über das den zerfaserten Bambus aus dem Mahlraum abtransportierende Blasrohr in der Grob- und/oder Feinzerfaserung 11, 20 oder durch Zudosierung in einem der Trocknung 14 vorgelagerten Zwangsmischer geschehen, in dem die zugegebenden Reagenzien in das bewegte Fasermaterial gesprüht werden, das dann anschließend dem Stromtrockner zugeführt wird.

Aus der parallel neben der Aufgabegutwäsche 2 angeordneten komplexen Wasserreinigung 5 werden die Wasserreinigungsrückstände 17 und das Abstoßwasser 18 abgeführt.

#### Ausführungsbeispiel 2:

[0009] Gemäß einer zweiten Verfahrensweise zur Gewinnung von feinteiligerem Fertigprodukt als nach Ausführungsbeispiel 1 in der Produktgrößenordnung  $l_F \leq 1,0$  mm wird der Rohbambus ebenfalls mit den Anlieferdimensionen Länge  $\leq 1,0$  m und Durchmesser  $\leq 0,15$  m der Vorzerkleinerung 1 zugeführt. Nach der prinzipiell gleichen Aufgabegutwäsche wird eine weitergehende Plastifizierung und damit weitergehende Auflockerung der gewachsenen Bambusstruktur bei einem Prozeßraumdruck von 6 bar und einer Prozeßtemperatur von ca. 150°C vorgenommen. Der Grobzerfaserung nach Ausführungsbeispiel 1 mit ihrem Ergebnis der Faserlänge  $l_F$  von ca. 20 mm folgt eine Feinzerfaserung 20. Diese Feinzerfaserung ist als schnelllaufende Scheibenmühle vorgesehen. Die Feinzerfaserungsstufe 20 führt zu einer Größenordnung in der erzielbaren Faserlänge  $l_F$  von ca. 1 mm. Nach der Feinzerfaserungsstufe 20 gelangt der Stoffstrom in den Stromtrockner 14. Die Fasern mit  $l_F \leq 1$  mm werden als Fertiggut 15 ausgetragen. Fasern mit Überlänge  $l_F > 1$  mm werden im Stromtrockner abgeschieden und zur schonenden Nachzerkleinerung wieder dem Extruder in der Feinzerfaserung 20 aufgegeben.

#### Ausführungsbeispiel 3:

[0010] Die Verfahrensweise in den jeweiligen Verfahrensstufen und deren Anordnung folgt Ausführungsbeispiel 2. Anstelle der Feinzerfaserung mittels Scheibenmühle unter 20 und nachgeordnetem Stromtrockner 14 wird eine Kegelrollenwälzmühle mit innerem Stabkorb-Windsichterkreislauf eingesetzt, indem für die behutsame Trocknung des Mahlgutes das aus der Brennstaubaufbereitung der Braunkohlenkraftwerke bekannte Mahltrocknungsprinzip vorgesehen wird.

#### Ausführungsbeispiel 4:

[0011] Die Verfahrensweise in den jeweiligen Verfahrensstufen und deren Anordnung folgt Ausführungsbeispiel 2. Anstelle der Druckbedämpfung in der Plastifizierung unter 9 wird eine Einweichstufe mit Materialwäsche vorgesehen.

[0012] Die technische Ausgestaltung der trocken arbeitenden Verfahrensweise der Bambusfasergewinnung ist in Figur 4 dargestellt.

[0013] Die durchgeföhrten Aufbereitungsversuche zur trockenen Gewinnung von Bambusfasern und Faserbündeln haben bestätigt, daß für die Weiterverarbeitung wichtige granulometrische Eigenschaften wie durchschnittliche Abmes-

sungen der Zerkleinerungsprodukte und Längen- sowie Dickenverteilungen der Fasern/Faserbündel in weiten Grenzen variierbar und damit die Anpaßbarkeit an nachfolgende Verarbeitungstechnologien als machbar zu bewerten sind. Dabei spielt es eine wesentliche Rolle, daß die einzusetzende Zerkleinerungs-, Klassier- und Trockentechnik in der Lage ist und sein muß, auf wechselnde Rohstoffanlieferbedingungen ebenso wie auf unterschiedliche Abnehmeranforderungen hinsichtlich der durch den Aufbereitungsprozeß beeinflußbaren Eigenschaften der Fertigprodukte zu reagieren.

**Ausführungsbeispiel 5:**

[0014] Beim Vorzerkleinerungsprozeß sollen gut umschlagbare Hackschnitzel auf an sich bekannten Maschinen, wie Schlagscheren oder Trommelhacker hergestellt werden. Maßgeblich ist, daß bei der Vorzerkleinerung durch geeignete Vorrichtungen die Gewinnung vorzerkleinerter Bambusstücke, im weiteren Hackschnitzel genannt, mit variablen Hackschnitzellängen gewährleistet wird. Im nachfolgenden Aufbereitungsprozeß sollen daraus Bambusfasern/Bambusfaserbündel mit durch die Faseranwendung vorgegebener maximaler Länge und variabler Faserbündellängenverteilung gewonnen werden. Die bei Bedarf vor der Aufgabe in die Grobzerfaserung gewaschenen Hackschnitzel werden einer an sich bekannten Schlag- oder Spanmühle dosiert aufgegeben, in der Mühle durch einen starken Luftstrom erfaßt und gezielt gegen die tangential im Luftstrom angeordneten, mit hoher Geschwindigkeit umlaufenden Messer geschleudert. Dabei erfolgen eine oder mehrere aufeinanderfolgende Längsspaltungen, bevor der Luftstrom die gespaltenen Teilchen erfaßt und durch am Umfang gleichmäßig verteilte Siebbleche zieht. Übermaßige Teilchen (mit Abmessungen > Sieblechöffnungen) prallen von der Siebfläche ab und werden erneut vom Luftstrom erfaßt. Aus dem Förderluftstrom werden alle größeren Teilchen (z.B. mit einer Einzellänge  $l_F \geq 0,5$  mm) abgeschieden und einer Mehrdecksiebmaschine zugeführt, welche die Abtrennung von einzelnen Faserlängenklassen für unterschiedliche technologische Verwendungen erreichen soll. Das Unterkorn, z.B. mit einem größten Durchmesser  $d_F \leq 1$  mm, gelangt danach in den Feingutbunker, das Überkorn, z.B. mit einem kleinsten Durchmesser  $d_F \geq 2$  mm, wird der nachgeschalteten Feinzerfaserung zugeführt und das Fertiggut, z.B. mit  $1 \text{ mm} \leq d_F \leq 2 \text{ mm}$ , wird im Grobfaserbunker bis zur Versendung an die Faserabnehmer gestapelt. Die nachgeschaltete trockene Feinzerfaserung der Überkornfraktion, z.B. mit  $d_F \geq 2$  mm, kann in Abhängigkeit vom herzustellenden Faserlängenspektrum mittels an sich bekannter Ausrüstungen, wie z.B. eine Scheibenmühle, mit Hilfe eines Schneckenextruders oder im Luftstrom einer Mikro-Wirbel-Mühle, realisiert werden, die ggf. mit einer Feststoffabtrennung, einer Feinfaserklassiereinrichtung und einem zusätzlichen Feinfaserbunker kombiniert werden.

**Ausführungsbeispiel 5.1:**

[0015] Dieses Ausführungsbeispiel bezieht sich auf die Ergebnisse der einstufigen Zerfaserung von trockenen Bambushackschnitzeln in einer Spanmühle an sich bekannter Bauart (s.o.). Die als Tabelle 1 nachfolgende Übersicht zeigt die Faserlängenverteilung für 3 unterschiedliche Mühleneinstellungen (Variation der Siebblechgeometrie mit 10 mm x 10 mm, 30 mm x 3 mm und 80 mm x 8 mm) bei der Gewinnung von Bambusfasern und gibt einen Ausschnitt aus der möglichen Variationsbreite der qualitativen und quantitativen Eigenschaften der faserbündelförmigen Produkte.

40

45

50

55

|                  |                                          | Sieblecheinstellung Grobzerfaserung |              |              |
|------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|
| Fraktionsanteile |                                          | 10 mm x 10 mm                       | 30 mm x 3 mm | 80 mm x 8 mm |
| 5                | $d_F \geq 4 \text{ mm}$                  | 28,8 %                              | -            | 56,0 %       |
| 10               | $2 \text{ mm} \leq d_F < 4 \text{ mm}$   | 23,5 %                              | 30,8 %       | 13,8 %       |
| 15               | $1 \text{ mm} \leq d_F < 2 \text{ mm}$   | 23,5 %                              | 38,5 %       | 17,0 %       |
|                  | $0,5 \text{ mm} \leq d_F < 1 \text{ mm}$ | 17,8 %                              | 17,3 %       | 7,5 %        |
|                  | $d_F \leq 0,5 \text{ mm}$                | 10,4 %                              | 13,4 %       | 6,0 %        |
|                  | <b>Summe</b>                             | <b>100 %</b>                        | <b>100 %</b> | <b>100 %</b> |

Tabelle 1: Faseranteile von 3 Einstellungen in einer Spanmühle

20

[0016] Bei allen 3 Varianten werden vorgetrocknete Bambusstangen (Länge  $\leq 2 \text{ m}$ , Dicke  $\leq 15 \text{ cm}$ ) in einer als Trommelhacker gestalteten Vorzerkleinerungseinrichtung auf Aufgabestückgröße mit einer Länge  $\leq 3 \text{ cm}$  zerlegt. Anschließend gibt man die vorzerkleinerten trockenen Bambusstücke, im weiteren Hackschnitzel genannt, dem mit unterschiedlichen Zerkleinerungswerkzeugen und Klassiereinrichtungen ausgestatteten Zerfaserungsaggregat auf. Zu beachten ist, daß die gewählte Form der Ergebnisbeschreibung mit Siebanalyse weder eine echte Korngrößen- noch eine echte Faserlängenverteilung darstellt; es werden lediglich die nach langer Siebzeit ( $t \geq 10 \text{ min}$ ) sich einstellenden Gleichfälligkeitsklassen beschrieben.

30

#### Ausführungsbeispiel 5.2:

[0017] In diesem Ausführungsbeispiel wurde zur Zerfaserung feuchter Bambushackschnitzel ( $l_{\text{ges}} \leq 30 \text{ mm}$ , Eingangsfeuchte  $\phi \leq 30 \%$ ) ein langsam laufender Doppelschneckenextruder (Schneckendrehzahl  $\leq 100 \text{ min}^{-1}$ , freier Austrittsquerschnitt ca. 50 %) eingesetzt und die dabei erreichten Ergebnisse mit einer einstufigen Zerfaserung des gleichen Aufgabegutes in einer Spanmühle mit Austragssieb 8 mm x 8 mm verglichen. Die Gesamtzerfaserung der Bambushackschnitzel in einem Doppelschneckenextruder mit an sich bekannter Maschinenbauart erfolgt so, daß durch die Preßwirkung der gegenläufigen Schnecken das aufgegebene feuchte Material auf Temperaturen  $> 100^\circ \text{C}$  erwärmt wird, dabei das bis in den Pflanzenzellen enthaltene Wasser zu sieden beginnt und durch den Dampfdruckanstieg sowie infolge der durch das Antriebssystem von außen aufgezwungenen Scherwirkung auf das zwischen Schnecken- und Gehäusewand befindliche Material ein Aufschluß entlang der festeren Faserzellwände im Sinne von Freilegung von Fasern und/oder Faserbündeln erfolgt. Das Extruderaustragsgut wird zur Grobguttrennung einer Klassiereinrichtung, vorzugsweise einem mit einer Trocknungseinrichtung verfahrenstechnisch gekoppelten Schwingssieb zugeführt. Im erläuterten Ausführungsbeispiel wurden Faserlängen  $l_F \leq 20 \text{ mm}$  angestrebt, so daß aus dem Extruder ausgetragene Überlängen mit  $l_F \geq 20 \text{ mm}$  abgeschieden und zur schonenden Nachzerkleinerung wieder dem Extruder aufgegeben werden müssen.

Die zu erreichenden Faseraufschlußergebnisse aus dem Extruder (ohne Grobgutrückführung) und aus der Spanmühle mit Austragssieb 8 mm x 8 mm sind in Tabelle 2 gemeinsam mit den Bedingungen der in beiden Fällen eingesetzten Bambushackschnitzel zusammengefaßt. Bezüglich der Faseraufschlußergebnisse ist zu beachten, daß die Grobfaseranteile sich ebenso wie die Feinfaseranteile sehr deutlich unterscheiden. Beim Extruder ist vor allem ein hoher Anteil bei Fasern zu beachten, die im Bereich der Elementarfaserabmessungen von Bambus liegen, während der Anteil von größeren Faserbündeln relativ niedrig liegt. Eine Ursache hierfür wird in konstruktiven Details des entsprechend ausgelegten und betriebenen Aggregates gesehen. Bei den durchgeföhrten Extruderläufen praktizierte Veränderungen konstruktiver Details, wie Wellendrehzahl, Schneckensteigung und freier Austrittsquerschnitt, lassen erkennen, daß die für bestimmte Faseranwendungen erforderlichen Verschiebungen der fasertechnischen Eigenschaften, wie Längen- und Dickenverteilung der ausgebrachten Fasern, möglich sind.

| Fraktionsanteile                         | Grobzerfaserungswerte bei verschiedenen Aggregaten |          |                                                 |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------|
|                                          | Hackschnitzel<br>$f < 30 \text{ mm}$               | Extruder | Spanmühle<br>$8 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ |
| $d_F \geq 4 \text{ mm}$                  | 57,0 %                                             | 3,0 %    | 7,8 %                                           |
| $2 \text{ mm} \leq d_F < 4 \text{ mm}$   | 25,0 %                                             | 20,1 %   | 39,8 %                                          |
| $1 \text{ mm} \leq d_F < 2 \text{ mm}$   | 15,0 %                                             | 28,9 %   | 20,1 %                                          |
| $0,5 \text{ mm} \leq d_F < 1 \text{ mm}$ | 2,0 %                                              | 20,2 %   | 20,5 %                                          |
| $d_F \leq 0,5 \text{ mm}$                | 1,0 %                                              | 27,8 %   | 11,8 %                                          |
| Summe                                    | 100 %                                              | 100 %    | 100 %                                           |

Tabelle 2: Vergleich der Grobzerfaserungswerte von vorzerkleinertem Bambus (Hackschnitzel) bei verschiedenen Aggregaten

[0018] In diesem Ausführungsbeispiel findet sich die erfindungsgemäße Kombination der mechanischen Faseraufbereitung mit der Fasertrocknung wieder. Dabei ist zu unterscheiden, daß es einerseits zweckmäßig sein kann, den stangenförmigen Rohbambus bereits beim Erzeuger aus lager- und transporttechnischen Gründen vor seiner Grobzerkleinerung auf Restfeuchtegehalte von ca. 12 - 15 % vorzutrocknen. Andererseits ist es wegen der Staubentwicklung bei der Zerkleinerung sowie wegen der geringeren Verschleißwirkung von feuchtem Rohbambus in schneidend wirkenden Aufbereitungsmaschinen vorteilhaft, Eingangsfeuchtegehalte  $> 20 \text{ \%}$  einzustellen. Solche Feuchtwerte sind wegen der damit verbundenen Agglomerationsneigung vor allem die feineren Bambusfasern bei der anschließenden Klassierung, insbesondere auf Schwingsieben unterschiedlichster Bauart, sehr nachteilig. Auch wird die Lager- und Transportfähigkeit aller hergestellten Bambusprodukte durch solche Feuchtwerte nachteilig beeinflußt. Damit ist auf jeden Fall der enge Zusammenhang von mechanischer Bambusaufbereitung und Trocknung gegeben.

#### Ausführungsbeispiel 6:

[0019] Das stangenförmige, faserhaltige, organische Rohmaterial, vorzugsweise das vorstehend bereits beschriebene Bambus, wird der übrigens in allen Verfahrensbeispielen technologisch gleichen, hinsichtlich der Länge der zu gewinnenden Produkte jedoch verstellbaren Vorzerkleinerung 1 aufgegeben. Dabei kann es vorteilhaft sein, die in anderen Beispielen enthaltene Aufgabegutwäsche 2 als Befeuchtungsstrecke vor der Vorzerkleinerung 1 anzurufen (nicht in Fig. 4 enthalten).

Nach der Vorzerkleinerung 1 gelangt das zu zerfasernde Aufgabematerial in eine an sich bekannte schnellaufende Grobzerfaserungsstufe 11 und wird nach Austrag aus dieser einer nachgeordneten Klassierstufe 16.1, vorrangig als an sich bekanntes Mehrdecksieb ausgebildet, aufgegeben. Hier erfolgen die Abtrennung des technologisch unerwünschten Überkorns 23 (z.B.  $d_F > 4 \text{ mm}$ ) und die Ausschleusung der Grobkornfraktion 22 als Fertiggut (z.B. mit Abmessungen für  $d_F = 2 - 4 \text{ mm}$ ). Das weiterhin ausgetragene Feingut 21 (z.B.  $d_F < 2 \text{ mm}$ ) wird einer nachgeschalteten Klassierung 16.2 über die Trocknung 14 zur Aufteilung in weitere Faserfraktionen (21.1; 21.2; 21.3) zugeführt. Beide Klassierstufe 16.1 und 16.2 sollten mit einer oder mehreren, jeweils mit Siebabreinigungseinrichtungen wie Klopfböden ausgestatteten Mehrdecksiebmaschinen ausgerüstet werden.

Das Überkorn 23 wird einer vorzugsweise als Scheibenmühle mit bis auf ca. 0,2 mm verstellbarem Mahlspalt ausgestalteten Feinzerfaserung 20 aufgegeben. Das bereits in der Grobzerfaserungsstufe 11 in Abhängigkeit von den dort eingebauten Zerkleinerungs- und Klassierwerkzeugen anfallende Feingut 21 und das Austragsgut 24 der v.g. Feinzerfaserung 20 werden gemeinsam (Gutzuführung aus 16.1 entsprechend der punktierten Pfeilrichtung vor Pos. 14) oder getrennt der zuschaltbaren, nachfolgenden Trocknung 14 für Feingut zugeleitet. Die Trocknerbauart als Strom- oder

Schichttrockner ergibt sich aus dem Feinstkornmassenanteil < 0,5 mm und soll insbesondere staubexplosionsgefährdete Betriebszustände ausschließen. Die Zuschaltmöglichkeit eines für die Feinguttrocknung geeigneten an sich bekannten Gerätes kann sehr sinnvoll sein, wenn zu hohe Aufgabegutfeuchtegehalte (z.B. Wassergehalt > 15 %) die Siebklassierung durch Agglomerationseffekte des Siebgutes 21, 24 behindern.

- 5 Die in Fig. 4 dargestellte Variante mit wechselnder Aufgabe des Siebgutes 21, 24 auf die Trocknung 14 oder 16.2 (Nachklassierung) hat den Vorteil, daß ggf. die Feinzerfaserung 20 der Überkornfraktion 23 entfallen und trotzdem die weitere Aufteilung des Feingutes 21 in feiner gestufte Feingutfraktionen, z.B. mit 21.1 ( $d_F < 0,5$  mm), mit 21.2 (0,5 mm  $\leq d_F < 1$  mm) und mit 21.3 (1 mm  $\leq d_F < 2$  mm) erfolgen kann. In diesem Fall müßte die Überkornfraktion 23 dem Grobgut 22 zugeschlagen und gemeinsam mit ihm verwertet werden.

10

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung von Naturfasern, insbesondere Bambusfasern, die den Zweck der Verstärkungsfaser erfüllen, welches die für andere Stoffe hinreichend bekannten Zerkleinerungsmethoden mitnutzt und der naß-trocken Verfahrensabfolge folgt,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

das Naturfasermaterial einer Vorzerkleinerung (1) zugeführt und in dieser in einen rieselfähigen Zustand versetzt wird, danach entweder einem Waschvorgang (2) unterzogen und nach dieser Aufgabegutwäsche (2) mittels einer strukturauflockernden Druckbedämpfung einer Plastifizierung (9) unterliegt oder nach der Vorzerkleinerung (1)

20

direkt der Plastifizierung unterliegt, danach einstufig, zweistufig oder gegebenenfalls mehrstufig einer Zerfaserung (11, 20) unterworfen wird, dann eine Stromtrocknung und Klassierung (14) erfolgt, wobei ein zu bestimmender Massestrom (16) als Produkt dieser Zerfaserungsstufen (11, 20) aus der Stromtrocknung und Klassierung (14) heraus in eine oder mehrere davorliegende Zerfaserungsstufen zurückgeführt wird, der andere Massestrom die Verfahrensabfolge als Fertigut (15) verläßt.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die der Vorzerkleinerung (1) zugeführten Rohstoffstücke einer langsam laufenden und im ziehenden Schnitt arbeitenden Zerkleinerung unterzogen werden und dabei in Stückgrößen von max. 5 cm zerlegt werden.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

das aus der Vorzerkleinerung (1) kommende Aufgabegut gegebenenfalls zur Abtrennung oberflächlich anhaftender Verunreinigungen aus Pflanzenschutz- und/oder Konservierungsmaßnahmen der Aufgabegutwäsche (2) zugeführt und dort behandelt wird, in der insbesondere das Rohwasser (6), welches aus der nichtfasrige Aufgabegutbestandteile abscheidenden mechanischen Wasserreinigung (7) zugeführt wird, auf Temperaturen  $\leq 50$  °C erwärmt sein kann, daß dieser Aufgabegutwäsche (2) im weiteren Kreislaufwasser (3) aus einer komplexen Wasserreinigung (5) sowie Frischwasser (19) zugeführt wird und daß das Mengenverhältnis von Kreislaufwasser zu Rohwasser zwischen 1:1 und 1:10 betragen soll.

40

4. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

das gewaschene Aufgabegut in der Plastifizierung (9) mit Naßdampf bei Drücken zwischen 1 und 10 bar und bei Temperaturen zwischen 100 und 180° C beaufschlagt wird und eine Verweilzeit von bis zu 1 h vorgesehen ist, wobei zur Beeinflussung der erzielbaren Faserlängen- und Faserdicken-Verteilungen der Naßdampfdruck, die Dampftemperatur und die Verweilzeit des Aufgabegutes einzeln oder gemeinsam unter den vorgenannten Grenzwerten eingeregelt werden.

50

5. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

alternativ zur Druckbedämpfung (9) eine Einweichbehandlung mit oder ohne Materialwäsche vorgenommen wird.

60

6. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

das von der Plastifizierung (9) kommende feuchte Aufgabegut direkt in den Aufgabebereich der nach dem Extrusionsprinzip arbeitenden Grobzerfaserung (11) mit ihrer Preß- und Scherwirkung, so auch, wenn beabsichtigt, in die Feinzerfaserung (20), die mittels an sich bekannter Scheiben- oder Wälzmühlen nach- oder parallelgeschaltete Quetsch- und Scherbeanspruchung bewirkt, gegeben wird und dort so behandelt wird, daß die Zerfaserung als

Kombination von Grob- und Feinzerkleinerung durchgeführt wird, wobei das Fasergut im Durchmesser- und Längsbereich  $15\mu\text{m} \leq d_F < 30\mu\text{m}$ ,  $1\text{mm} \leq l_F < 6\text{mm}$  und die Faserbündel im Durchmesser- und Längsbereich  $0,5\text{mm} \leq d_F < 1,5\text{mm}$ ,  $6\text{mm} \leq l_F < 15\ldots20\text{mm}$  hergestellt werden.

- 5    7. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
       das entstandene Überkorn aus der Grob- (11) und/oder Feinzerfaserung (20) im Stromtrockner mit Klassierung  
       (14) neben dem Fertigut (15), welches als solches ausgebracht wird, gleichfalls gesichtet und abgeschieden und  
 10    danach der der Teilchengröße entsprechenden Zerfaserungsstufe zur schonenden Nachzerkleinerung wieder  
       zugeführt wird.
- 15    8. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
       die zu gewinnenden Naturfasern mittels an sich bekannter Sprüh- und/oder Mischtechnik einer zusätzlichen che-  
       mischen oder sonstigen Behandlung zur Verbesserung der Alkalibeständigkeit und/oder für Modifizierungs- bzw.  
       Vergütungszwecke unterzogen werden und dieses durch Zugabe der entsprechenden Substanzen auf das Grob-  
       gut vor der Zerfaserung durch gesonderte Dosierung in den Mahl- und Zerfaserungsbereich der Zerkleinerungs-  
 20    maschinen, mittels Zumischung über das den zerfaserten Bambus aus dem Mahlraum abtransportierende  
       Blasrohr in der Grob- und/oder Feinzerfaserung (11), (20) oder durch Zudosierung in einem der Trocknung (14) vor-  
       gelagerten Zwangsmischer erfolgt.
- 25    9. Verfahren zur Gewinnung von Naturfasern, insbesondere Bambusfasern, die den Zweck der Verstärkungsfaser  
       erfüllen, welches die für andere Stoffe hinreichend bekannten Zerkleinerungsmethoden mitnutzt und der aus-  
       schließlich trockenen Verfahrensabfolge folgt,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
       die an sich bekannten Verfahrensschritte und die dazu benötigten vom Grundsatz her bekannten Maschinen so  
       miteinander arbeiten, daß vorzugsweise stangenförmige, faserhaltige, organische Rohmaterialien, insbesondere  
       jedoch Bambus, auf rieselfähige Hackschnitzel variabler Länge vorzerkleinert (1) und danach in einem ein- oder  
       mehrstufigen Behandlungsprozeß zerfasernd, trocknend und klassierend bearbeitet werden, indem diese Materi-  
 30    alien in einem im Grobfaserbereich arbeitenden Zerkleinerungssystem/Grobzerfaserungsstufe (11) grobzerfasert  
       werden, danach in einer nachgeschalteten Klassierstufe (16.1) klassiert werden, im Anschluß daran einer weiteren  
       nachgeschalteten Feinzerfaserung (20) und einer der Feinzerfaserung (20) zugeordneten Nachklassierung (16.2)  
       über eine spezielle ein- oder mehrstufigen Trocknung (14) zugeführt und dort dementsprechend bearbeitet wer-  
 35    den, um Bambusfasern/Bambusfaserbündel variabler Länge und Dicke vom Elementarfaserbereich (mit  $d_F \leq 15 - 30\mu\text{m}$  bei  $1\text{ mm} \leq l_F \leq 4\text{ mm}$ ) bis zum Faserbündel (mit  $d_F \leq 0,5 - 1,5\text{ mm}$  und  $8\text{ mm} \leq l_F \leq 15 - 60\text{ mm}$ ) für unter-  
       schiedlichste Verwendungen zu gewinnen.
- 40    10. Verfahren nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
       eine einstufige Zerfaserung als vorzugsweise spaltende Beanspruchung der aufzubereitenden Bambushackschnit-  
       zel in einer an sich bekannten belüfteten Span- oder Schlagmühle erfolgt und daß die Einstellung der gewünschten  
       Faserbündellängen- und -dickenverteilungen durch eine in der Mühle realisierte Kombination von mechanischer  
       Beanspruchungsgeschwindigkeit, Siebblechausstattung und pneumatischen Austragsbedingungen in Abstim-  
       mung mit einem nachgeschalteten an sich bekannten, z.B. als Spiralschwingssieb ausgestalteten, Klassieraggre-  
 45    gat erfolgt.
- 50    11. Verfahren nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
       eine einstufige Zerfaserung in einem an sich bekannten Schneckenextruder überwiegend als Kombination von vor-  
       zugsweise scherenden Beanspruchungen der aufgegebenen Bambushackschnitzel untereinander und mit den  
       feststehenden Gehäusewandungen sowie der Oberfläche der mindestens zwei im Extruder vorhandenen gegen-  
       läufig mit geringer Drehzahl von  $\leq 100\text{ min}^{-1}$  relativ langsam bewegten Extruderschnecken mit in axialer Richtung  
       konstanter oder variabler Schneckensteigung bei einzustellendem Rückstau durch Drosselung des Austragsquer-  
       schnittes des Extruders zwischen 10 und 50 % erfolgt und daß die an sich bekannten Wirkungen des Aufspren-  
       gens von Werkstoffverbunden durch Wasserdampf aus der Verdampfung des im Aufgabegut enthaltenen Wassers  
 55    infolge des Druck- und Temperaturanstieges durch die Verdichtungs- und Reibungswärmeung des Mahlgutes vor  
       allem die Bildung von Feingutanteilen bewirken.

12. Anordnung zur Gewinnung von Naturfasern, insbesondere Bambusfasern, die den Zweck der Verstärkungsfaser erfüllen, welche die für andere Stoffe hinreichend bekannten Zerkleinerungsmittel mitnutzt und der naß-trocken Verfahrensabfolge folgt,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

5 das Naturfasermaterial einer Vorzerkleinerungsanlage (1) zugeführt wird, daß dieser Vorzerkleinerungsanlage (1) entweder eine Aufgabegutwäsche (2) oder eine Plastifizierung (9) nachgeordnet ist, wobei die Aufgabegutwäsche (2) Zuläufe für Frischwasser (19), Rohwasser (6) und Kreislaufwasser (3) aufweist und dieser Aufgabegutwäsche (2) eine komplexe Wasserreinigung (5) mit Abgängen für Wasserreinigungsrückstände (17) und Abstoßwasser (18) parallel zugeordnet ist, dabei der Abfluß des verunreinigten Abwassers (4) aus der Aufgabegutwäsche (2) in den Zufluß zur komplexen Wasserreinigung (5) übergeht und deren Abfluß das Kreislaufwasser (3) der Aufgabegutwäsche (2) wieder zuführt, daß die der Aufgabegutwäsche (2) oder der Vorzerkleinerung (1) nachfolgende Plastifizierung (9) eine Zuführung für Sattdampf (8) aufweist und einen Abgang für verschmutztes Kondensat (10) besitzt, welches in die mechanische Wasserreinigung mit Abwärmevernutzungsanlage (7) geleitet und nach dessen Reinigung und Wärmeabführung als Rohwasser (6) wieder zurück in die Aufgabegutwäsche (2) geführt wird, daß die mechanische Wasserreinigung mit Abwärmevernutzungsanlage (7) Abgänge für die zu entsorgenden Reststoffe (12) und die gewonnene Nutzwärme (13) aufweist, daß der Plastifizierung (9) die Zerfasierung (11), (20) in einer (11) oder mehreren (11, 20) Stufen nachgeordnet ist, die in der/den jeweils erforderlichen Zerfasernsstufe/n einen oder mehrere Zugänge von der der Zerfasierung (11, 20) wiederum nachgeordneten Stromtrocknung/Klassierung (14) zur Übergabe des Überkorns aus der Klassierung (16) zur Nachzerfasierung des zu behandelnden Gutes aufweist und daß die Stromtrocknung/Klassierung (14) mittels eines Abganges das fertig zerfaserte Gut (15) in der vorgeesehenen Größe abgibt.

13. Anordnung nach Anspruch 9 und 12,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

25 in der Vorzerkleinerung (1) langsam laufende, im ziehenden Schnitt arbeitende Schneidwerke oder Scheibenhacker mit oder ohne einzugsverbessernden, vorgesetzten Walzen angeordnet sind.

14. Anordnung nach Anspruch 12,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

30 die Plastifizierung (9) als Durchlaufreaktor ausgebildet ist.

15. Anordnung nach Anspruch 12,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Plastifizierung (9) durch eine Einweichstufe mit oder ohne Materialwäsche ersetzt sein kann.

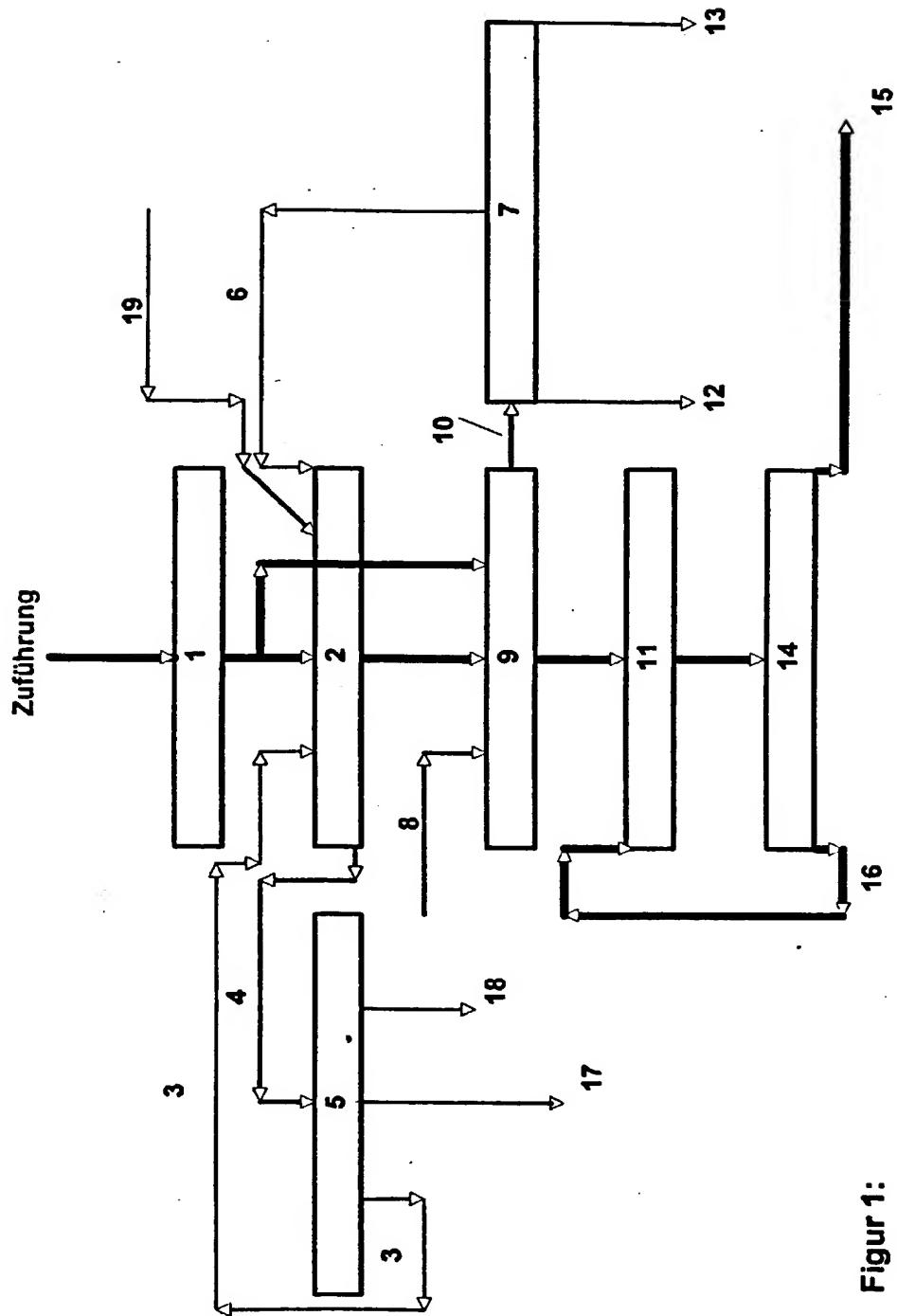
35 16. Anordnung zur Gewinnung von Naturfasern, insbesondere Bambusfasern, die den Zweck der Verstärkungsfaser erfüllen, welche die für andere Stoffe hinreichend bekannten Zerkleinerungsmittel mitnutzt und der ausschließlich trocken Verfahrensabfolge folgt,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

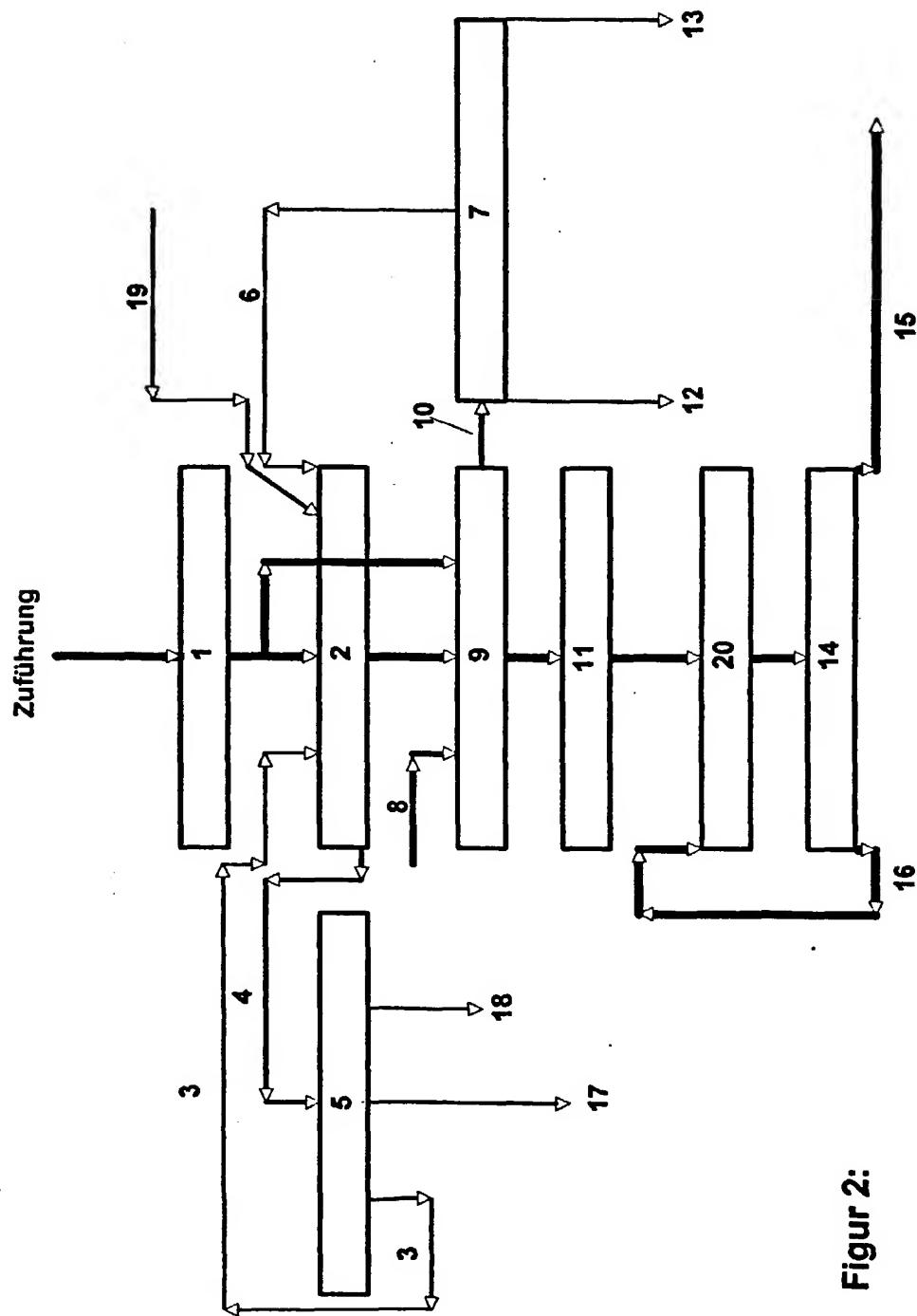
40 nach einer Vorzerkleinerungsstufe (1), bestehend aus Schlagscheren, Trommelhackern oder ähnlich wirkenden Geräten, eine Grobzerfasungsanlage (11), bestehend aus Schlag- oder Spanmühlen bzw. ähnlich wirkenden Zerfasungsgeräten, angeordnet ist, der die Klassierstufe (16.1) mit dafür üblichen technischen Geräten folgt und die die Grobkornfraktion (22) ausscheidet und die Feinkornfraktion (21) an die Trocknung (14) sowie die Überkornfraktion (23) an eine nachgeschaltete Feinzerfasierung (20) weiterleitet, daß der Klassierstufe (16.1) parallel eine Feinzerfasungsstufe (20), mit beispielsweise Scheibenmühlen, Schneckenextrudern oder Mikro-Wirbelmühlen, sowie eine Trocknung (14) aus beispielsweise Strom- oder Schichttrocknern nachgeordnet ist, wobei die Feinzerfasierung (20) das Überkorn (23) und die Trocknung (14) das Feinkorn (21) gemeinsam mit dem Austragsgut (24) der Feinzerfasierung (20) aufnimmt, daß der Trocknung (14) eine Nachklassierstufe (16.2) mit üblicher Gerätetechnik zur Austragung von differenzierten Feingutfraktionen (21.1), (21.2) und (21.3) abschließend folgt.

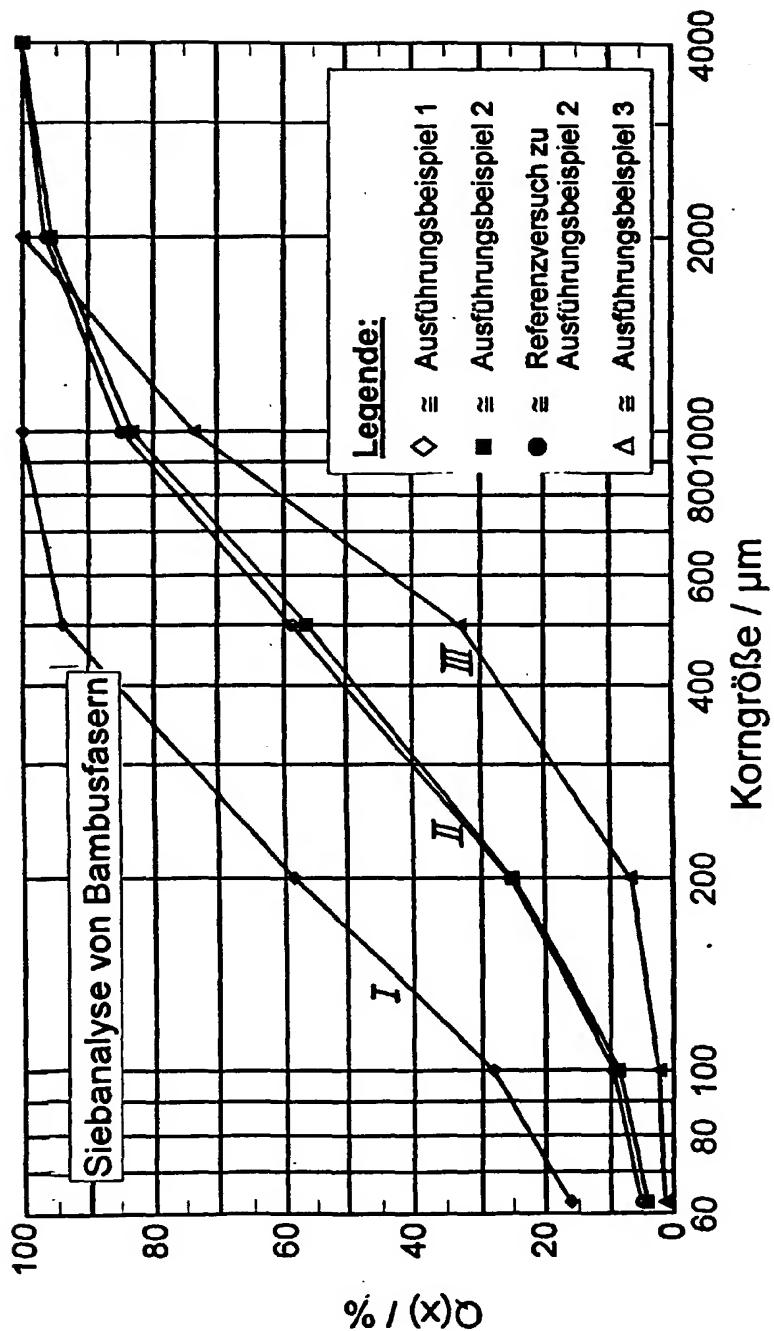
50

55

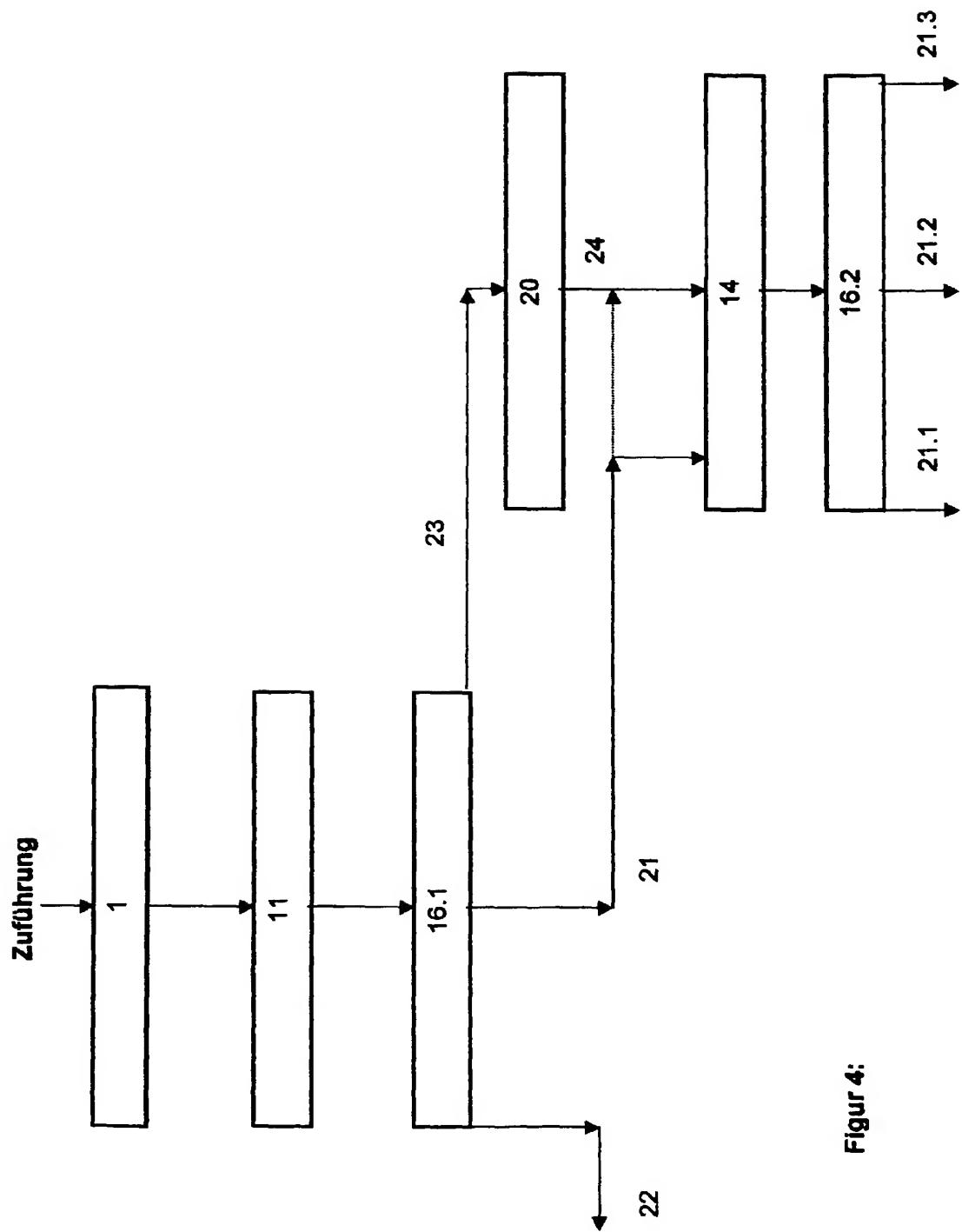


Figur 1:

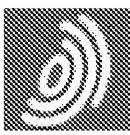




Figur 3:



Figur 4:


[Description of EP0971065](#)
[Print](#)
[Copy](#)
[Contact Us](#)
[Close](#)

## Result Page

**Notice:** This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

[0001] The instant invention concerns the technical field of the recovery and treatment of natural fibers from *faserhaltigen*, natural thus regenerating raw materials, in particular from bamboo materials, which should be suitable as reinforcing materials in at present the most frequently applied matrix materials.

[0002] Fiber material is as inorganic like also matrix materials well known, thus also many out these materials of representable products, most diverse as organic material to the reinforcement, in addition e.g. DE 36 14 533 and DE 39 27 777 u.v.a.m. The inventory and the development of the technical literature on this technical field show that the professional world so far none and/or hardly attention of the recovery, treatment and subsequent treatment of bamboo fibers gave. The technique development was concerned so far in the range of the organic auxiliary and reinforcing materials also after predominant European understanding traditional pulps.

[0003] As one the first auxiliary and/or Reinforcing materials became papers and textile components, after their origin organic materials, used. Since this applies equally to wood meal and these auxiliary components are to the matrix material general recognized knowledge conditions, it requires in addition no, this occupying proofs. The use of these materials types did not repair the deficiency that prevailing to the time of developing the first plastics sufficient strength of the actual plastic with the use. In effort plastic and general technique development to create materials with which on the one hand with valuable matrix material very rationally one goes around, on the other hand however the product properties the respective use if possible optimum matched becomes, e.g. by fiber reinforcements from very different organic or inorganic fabrics, for this for example DE 36 14 533 or DE 39 27 777 would be to be designated.

Reinforcing fibers themselves, the production of reinforcing fibers, like also the incorporation in and/or. the processing of these fibers with plastics are costly, partly time-consuming and complicated manageably, so e.g. the reinforcement with carbon fibers or Whyskern. Irreparably natural resources use the application of these aforementioned fibers, so in addition, the widespread glass fiber reinforcement. For certain applications appear the qualities and characteristic values, in particular the physical-mechanical, achievable with aforementioned reinforcing materials, unnecessary and/or. maladjusted high. Every now and then it is mounted to use organic fibers synthetic origin to the reinforcement. In addition, this group of fibers of consumed irreparably natural resources, is energy-intensive with their production usually with damaging loads for men and environment connected and also cost and time-intensive, mostly also in the raw material and the fiber production. If certain characteristic values, which cause aforementioned fibers as reinforcing material, not necessarily up to the boundary utilized can appear to become to have, but characteristic values in the smaller/low level quite the fulfilment of the required value in use be sufficient, it also mounted to use organic fibers natural origin than reinforcement. These fibers derived from the nature, like e.g. Hemp, jute, cotton, flax (e.g. for this. Flax - a regenerating reinforcing fiber for plastics? , Th. Fölster and W. Michaeli, Kunststoffe 83, 1993, 9, Carl Hanser publishing house Munich), wood or wool use not irreversible natural resources, but regenerate continuous. They stand however naturally only in limited mass for order, there it up to the serviceability relative prolonged regenerating periods and/or. longer vegetation periods require. For high advent therefore large cultivated areas would have to be available in the required in each case climatic areas of the earth. Also would arise through, then monocultural management of the country standing for the order, social like also climatic and ecological negative effects.

Since it was appropriate in effort of the technique development and is appropriate to create materials with which on the one hand with valuable matrix material very rationally one goes around, on the other hand however the product properties the respective use if possible optimum matched e.g. becomes, planar. by fiber reinforcements from very different organic or inorganic fabrics, the use of firmness-increasing auxiliary materials for composites is to be regarded to honour stone, G.W in particular in the plastics engineering and increased in the building industry as far developed state of the art, in addition., "GRP components plastics of materials, processing, properties", Hans he publishing house, Munich, 1992 and DBV instruction cards fiber-reinforced concrete with instruction card "technology of the steel fiber concrete..." (Socket 06/1992) and instruction card "assessment bases for steel fiber concrete..." (Socket 09/1992). Synthetic fibers with fiber diameters become ever more frequent dF 5 mu m ≤ dF ≤ 50 mu m used. Followed one objects different depending upon fiber length IF, e.g. Short glass fibers with IF/dF ≥ 10 for the reinforcement of actual very soft thermoplastics and prolonged glass fibers with IF/dF ≥ 1000 with the reinforcement of brittle thermosetting polymers. Likewise one could improve important value in use characteristics with synthetic textile or glass fibers with thin walled products of concrete which can be prefabricated in place of early used asbestos fibers like the mechanical strength and bending strength significant, whereby e.g. Acquisition costs with 3,00 - 4,00 DM/kg for short glass fibers so far a massive use of such materials limited. Also the use of bend-flabby introduced steel wire reinforcement elements applies to different concrete places as introduced. The industrial use of natural fibers of high strength, like e.g. Bamboo fibers so far for such tasks of reinforcement known did not become. Just as little the use for transport or spraying concrete.

Examined (zerfaserte and processed) bamboo samples (primary Arundinaria) existed on the average out approx. 40 volume % fibers, up to 50 volume % Parenchymzellen and > 10 volume % guidance containers, in addition Liese, W., Anatomy and Utilization OF Bamboos, European Bamboo Society journal, May 6/1995, S. 5-12. Bamboo exceeds thereby regarding the entire fiber portion with technical profitable fibers of up to 80% of the stem biomass all native fiber plants significant, if one assumes that such fibers or fiber bundles different length and thickness will be normally larger, as the bamboo fiber cells felled trees technologically important for the subsequent treatment with dimensions with diameters dZ ≤ mu m, wall thicknesses sZ ≤ 6 mu m and lengths lges ≤ 1.300-4.300 mu M. Compared with native woods the mechanical maximum stress is with many economic interesting bamboo kinds and/or. - kinds such as Bambusa, Arundinaria, Phyllostachys and Fargesia, in particular the receptive bending load relative large. With bamboo e.g. dominate. opposite resinous woods the bending maximum stress over higher up to 140% and the course maximum stress over higher up to 85%. Analogous one e.g. applies to the comparison of coarse-stressed fiber plants, with those. the middle tensile strength values of hemp fibers around the factor 3 - 4 and of flat fibers around 2 - 3 subject by bamboo fiber bundles to be exceeded.

[0004] For those already o.a. Bedeutungslosigkeit bamboo fibers, which are it in the technique development, including which their at the basis located publication practice has, experienced, to assume that the causes for it in the technologically substantial wood beating, in fears over high Rohstoffpreise and in the wide orientation on other (however) fiber plants required geringwertigere opposite bamboo with the cultivation in Europe to lie.

From the few become known developments to/processing of bamboo orient Lo, M. P.; Tsai, C. M. in "experiment on the manufacturing OF bamboo particleboard", bulletin. OF the Exp. Forest OF national Taiwan University, 116, 1975, p. 527 - 544 on the use of stout and/or hammer mills for the comminution of raw bamboo, whereby must become just as tolerated as disadvantage an high fine grain portion in the grinding

stock as relative short fibers and/or. Fiber bundles, which result from breaking the feedings in these mills due to the stochastic distributed, one on the other subsequent demand procedures with the technical cutting up process during the passage by the meal area. An other disadvantage is the significant metal entry into the grinding stock, resultant by rubbing and wear due to sliding from the grinding stock movement at the grinding tools usually rotary with high rotational speed. Same concern must become filed with all cutting up machines insertable for beating, with those the before-commminuted feedings bamboo e.g. in a meal gap between rotating discs or between planar meal course and whereupon itself shifting pressed grinding body by different portions of pressure and shear stress, if necessary. superimposed with local stout or impact load comminuted become, Höffl, K., "investigation over the comminution in roller mills", thesis technical University of Dresden (faculty for Maschinenwesen), 1969, own publishing house. With these known technical solutions a necessary comminution of the feedings is along the structure borders, sees Rauer, L., "considerations to the Xylitseparation from raw brown coal", mining industry technology 20, 1970, H. 7, S. 382 - 383, here in the special one along the cell borders, and for the subsequent treatment technologically favourable (with bamboo fibers acicular) a shape as well as dimensions of the finished-good with length/Durchmesser-Verhältnissen 100 not > possible, desired thereby. This can become only then achieved, if with integrated separator systems of the mills connected the inner grinding stock circulation eliminated and thus over grinding excluded to become, in addition Kolberg, L., "contribution the rolling cutting up", Freiberger of research booklets A, 554, German publishing house for basic industry, Leipzig, 1976. Beyond that it is to be considered that by the large strength of all kinds of bamboo and the silikatischen components incorporated into the plant cells the application conventional cutting engineering strong is reduced. The known processing routes with integrated process stages for cutting Zerkleinerungsschritte are very wear-intensive with all kinds of bamboo and thus afflicted with significant deficiencies.

Obvious state of the art to production procedures or production equipment/plants in the sense v.g. Requirements and to the elimination of the deficiencies determined could not become.

[0005] On the basis of and with high safety the future importance of these natural substances which can be expected represented above the invention the technical object and the object are the basis to create a method and an arrangement those the collective technical solution of a comminution of the feedings along the structure borders, here the cell walls, with an high proportion of components with technologically more favourably, with bamboo fibers acicular shape and size, in particular with a length/diameter ratio  $\geq 100$ , in the deliver-good effected, how

in these v.g. Components the material properties high course and bending maximum stress, high impact strength, low density and low thermal conductivity obtained to remain are,

the dimensions of the fibers and/or. Fiber bundle by changes of process parameters to the alternate customer requirements matched to become to be able, without of design features, like e.g. to be fixed rotational speeds and size of the cutting up tools dependent, as fine-grain-free and inexpensive a fiber materials as possible obtained become.

the bamboo fiber/bamboo fiber bundles by the application of a dry method so recovered become that they are to a large extent free from not-fibrous components and after the pass by the preparation line the properties, how residual moisture, required for the respective targeted application, fiber lengths and - thick distribution exhibit, whereby the possibility, in drying working preparation process the dimensions of the fibers and/or. Fiber bundle by change of processing parameters relative simple alternate customer requirements to adapt, given be must.

[0006] The managing giving up and goal become according to invention by the characterizing features of the claims 1 to 16 dissolved. There is actual procedures new and altered certain and these known from the principle like also from the principle known machines in new way with one another in connection brought, like that that arbitrary faserhaltige organic materials before-commminuted on pourability, in particular however bamboo, in and/or to multistage treatment process after the claims 1 to 8 and 12 to 15, are submitted existing from a washing stage, of a pressure vaporization, as a substitute also as a soft stage with or without material laundry formed, a Zerkleinerungsvorgang and one usually with a drying mechanism combined classifying stage.

[0007] The subsequent embodiments are to describe themselves the invention on the basis two differentiating procedures more near.

Fig. 1 shows a procedure after embodiment 1.

Fig. a procedure shows 2 after embodiment 2.

Fig. an exemplary Siebanalyse with fiber prolonged distributions for 3 different adjustments shows 3 with the recovery of bamboo fibers with the achievable qualitative and quantitative properties of the fibrous product, whereby Q (x) stands in % for passage sum distribution.

Accomplished preparation attempts to the dry and wet recovery of bamboo fibers and fiber bundles have confirmed that for the subsequent treatment important granulometrische properties, as average dimensions of the cutting up products and fiber large distributions are, within wide limits variable and thus the adaptability to subsequent processing steps given. The fiber prolonged distributions I/F in I, II, III stand for the subsequent processing step/conditions:

- I - Dry Aufmahlung of the pieces of raw bamboo in a taper roller bearing rolling mill with inner staff basket air separator cycle, without upstream plasticizing by steam treatment, before-commminuted on 20 mm,
- II - Aufmahlung wet raw bamboo in a disk mill with narrow meal gap attitude, without inner separator cycle, < plasticized by steam treatment (1.5 bar, 110 DEG C, dwell time 1.0 h),
- III - Aufmahlung wet raw bamboo in a disk mill with coarse meal gap attitude, without inner separator cycle, < plasticized by steam treatment (1.5 bar, 110 DEG C, dwell time 0.5 h).

Fig. a procedure shows 4 after embodiment 5.

#### Embodiment 1

[0008] In accordance with a first procedure the raw bamboo with the delivering dimensions length 1 e.g. < becomes, 1.0 m and diameters < D 0.15 m of the Vorzerkleinerung 1 supplied. as slow current cutter with introduction-improving upstream rollers, working in the pulling section, designed to be can. There it becomes in piece sizes of max. 5 cms decomposed and the subsequent feedings laundry 2 supplied. This laundry becomes with circulating water 3 from the complex water purification 5 and with raw water 6 from the mechanical water purification 7, e.g. in the ratio 1:1 applied, plus a made appropriate supply of fresh water 19. The feedings laundry 2 the effected separation of the if necessary superficial adherent contaminants e.g. from plant protection and/or preservation measures and a prevented eventual chemical kidnapping into the fiber production process. Effluent 4 becomes 5 returned into the complex water purification, which is to be operated lie close-laterally designed in actual known way and after prior art processes for the pollutant separation from loaded waters. The washed feedings arrive after it into those to the coarse beating 11 upstream with saturated steam/saturated steam 8 applied plasticizing 9, which is formed as run reactor and direct gives 11 up into the task range of the subsequent coarse beating aggregate. In the represented embodiment a small plasticizing and thus small a loosening of the grown bamboo structure become by adjusting a very short dwell time before-commminuted bamboo with a process space pressure of 3 bar and a process temperature of approx. with regard on the intended coarse fiber production from bamboo. 130 DEG C desired. The condensate 10 from the plasticizing 9 is considered as with not-fibrous bamboo components of contaminated and becomes after the solid separation, with which residual substances 12 which can be entsorgende result and become discharged, in an actual known water fine cleaning equipment 7, e.g. as lamella or oblique-tubingclear formed, a heat-transfer agent for waste heat utilization 13 supplied. The cleaned raw water 6 becomes again the feedings laundry 2 supplied. By the plasticizing 9 direct into the task range of the coarse beating 11, which preferably works according to a modified extruding principle with actual known kind of mechanical engineering, given up wet material heated becomes by the press effect of the screws of the extruder on > temperatures 100 DEG C, so that waters penetrated into the plant cells begins to simmer. By

thereby the steam pressure rise effected as well as due to the shearing action forced upon by the drive system on the material located between snail and casing wall an explanation from the outside becomes wanted along the firmer fiber cell walls caused and thus opening fibers and/or fiber bundles effected in this. The coarse beating stage 11 leads to an order of magnitude in the achievable fiber length IF from approx. 20 mm. The fibers with  $IF \leq 20$  mm become as finished-good 15 known flow driers 14 discharged actual from that. In the coarse beating stage 11 developed and from the extruder the outgoing excess lengths with  $IF > 20$  mm e.g. become in the flow drier. by a controllable separator planned therein, deposited and 16 abandoned for careful secondary comminution again the extruder.

In principle possible is to be planned and if necessary, those to attractive fibers of an additional chemical treatment like e.g. to submit with water glass or NaOH to the improvement of the alkali resistance. Favourably this with addition of the corresponding substances on that coarse-good before the beating, by means of separate dosage in the meal and beating range of the cutting up machines, could take place by means of admixture over the Blasrohr in the rough and/or fine beating 11, 20 or mixer, pre-aged removing the zerfaserten bamboo from the meal area, by metering in one the drying process 14, sprayed in which the reagents which can be added become into the moved fiber material, which becomes then the subsequent flow drier supplied.

From the parallel complex water purification 5 arranged beside the feedings laundry 2 the water purification arrears 17 and the repelling water become 18 discharged.

#### Remark example 2:

[0009] In accordance with a second procedure to the recovery of finely divided rem finished product as after embodiment 1 in the product order of magnitude  $IF \leq 1,0$  mm becomes the raw bamboo likewise with the delivering dimensions length  $\leq 1,0$  m and diameter  $\leq 0,15$  m of the Vorzerkleinerung 1 supplied. After same in principle feedings laundry a large plasticizing and thus large a loosening of the grown bamboo structure become with a process space pressure of 6 bar and a process temperature of approx. 150 DEG C made. The coarse beating after embodiment 1 with their result of the fiber length IF of approx. a fine beating 20 follows 20 mm. This fine beating is provided as high-speed disk mill. The fine beating stage 20 leads to an order of magnitude in the achievable fiber length IF from approx. 1 mm. After the fine beating stage 20 the material flow arrives into the flow drier 14. The fibers with  $IF \leq 1$  mm are delivered as finished-good 15. Fibers with excess length  $IF > 1$  mm 16 become in the flow drier deposited and 20 abandoned for careful secondary comminution again the extruder in the fine beating.

#### Embodiment 3:

[0010] The procedure in the respective process stages and their arrangement follows embodiment 2. In place of the fine beating by means of disk mill of bottom 20 and downstream flow driers 14 a taper roller bearing rolling mill with inner staff basket air separator cycle used becomes, as becomes provided for the careful drying process of the grinding stock the meal drying principle known from the fuel dust preparation of the brown coal power stations.

#### Embodiment 4:

[0011] The procedure in the respective process stages and their arrangement follows embodiment 2. In place of pressure vaporization in the plasticizing of bottom 9 an a soft stage with material laundry becomes provided.

[0012] The technical embodiment that drying working procedure of the bamboo fiber production is in fig 4 illustrated.

[0013] The accomplished preparation attempts to the dry recovery of bamboo fibers and fiber bundles have confirmed that for the subsequent treatment important granulometrische properties are to be evaluated like average dimensions of the cutting up products and lengthening as well as thickness distributions of the fibers/fiber bundles within wide limits variable and thus the adaptability at subsequent processing technologies as feasible. It plays a substantial roller that the cutting up, classifying which can be used and drying technology in the layer are and must be to react to alternate raw material delivering conditions just like on different customer requirements regarding the properties of the finished products influenceable by the preparation process.

#### Embodiment 5:

[0014] With the Vorzerkleinerungsprozess are good envelopable hogged woods on actual known machines, as guillotine shears or drum hackers become manufactured. It is relevant that ensured with the Vorzerkleinerung by suitable apparatuses the recovery of before-communited pieces of bamboo, in the other hogged wood called, becomes with variable hogged wood-prolonged. During the subsequent preparation process from it bamboo fiber/bamboo fiber bundles are to become also by the application of fibers of predetermined maximum length and variable fiber bundle prolonged distribution recovered. The hogged woods if necessary washed before the object into the coarse beating become an actual known impact or splinter mill metered abandoned in the mill by a strong airstream detected and targeted against the tangential in the airstream arranged with high velocity circumferential knives thrown. Or several successive prolonged splitting take place, before the airstream pulls the cleaved particles of detected and through filter sheet metals uniformly distributed at the scope. Excessive particles (with dimensions  $>$  Filter sheet metal openings) reflect from the screen surface and become again from the airstream detected. From the promotion air flow all rougher particles become (e.g. with a singleprolonged  $IF \geq 0,5$  mm) of deposited and a multi-cover sieve jigger supplied, which are to reach the separation of single fiber prolonged classes for different technological uses. The bottom grain, e.g. with a largest diameter  $dF \leq 1$  mm, arrives after it into the fine good shelter, the over grain, e.g. with a smallest diameter  $dF \geq 2$  mm, the downstream fine beating supplied and that become finished-good, e.g. with  $1 \text{ mm} \leq dF \leq 2 \text{ mm}$ , stacked becomes in the coarse fiber shelter up to dispatching to the fiber customers. The downstream dry fine beating of the over grain parliamentary group, e.g. with  $dF \geq 2$  mm, can in dependence of the fiber prolonged spectrum which can be manufactured by means of actual known equipment, like e.g. a disk mill, with the help of a screw extruder or in the airstream of a micro eddy mill, realized, those become if necessary. with a solid separation, a fine fiber classifying mechanism and an additional fine fiber shelter combined become.

#### Embodiment 5.1:

[0015] This embodiment refers to the results of the single-step beating of dry bamboo hogged woods in a splinter mill actual known type (s.o.). The revue subsequent as table 1 shows the fiber prolonged distribution for 3 different mill attitudes (variation of filter sheet metal geometry with 10 mm x 10 mm, 30 mm x 3 mm and 80 mm x 8 mm) with the recovery of bamboo fibers and gives a cutout from the possible range of variation of the qualitative and quantitative properties of the faserbündelförmigen products.

EMI 11.1

[0016] With all 3 variants predried bamboo bars (length  $\leq 2$  m, thickness  $\leq 15$  cms) in a Vorzerkleinerungseinrichtung on task piece size with a length, designed as drum hackers, become  $\leq 3$  cm decomposed. Subsequent ones one gives the before-communited dry pieces of bamboo up, in the other hogged wood called, the beating aggregate equipped with different cutting up tools and classifying mechanisms. It pay attention that the chosen form of the description of result with Siebanalyse represents neither a genuine grain size still another genuine fiber prolonged

distribution; only after prolonged filter time ( $t \geq 10$  min) the same maturity classes described adjusting become.

#### Embodiment 5.2:

[0017] In this embodiment a slow current twin screw extruder the beating of wet bamboo hogged woods (Iges  $\leq 30$  mm, entrance-wet phi  $\leq 30\%$ ) (snail number of revolutions became  $\leq 100$  min<sup>-1</sup>, free Austrittsquer schnitt approx. 50%) used and thereby achieved the results with a single-step beating of the same feedings in a splinter mill with discharge filter 8 mm x 8 mm of compared. The entire beating of the bamboo hogged woods in a twin screw extruder with actual known kind of mechanical engineering made so that by the press effect of the screws moving in opposite directions the given up wet material on temperatures  $> 100$  DEG C heated will, thereby in the plant cells contained waters to simmer begins and by the steam pressure rise as well as due to by the drive system from the outside forced upon shearing action on between snail and casing wall located material an explanation along the firmer fiber cell walls in the sense of opening of fibers and/or fiber bundles the made. The extrusion discharge becomes the coarse good separation of a classifying mechanism, preferably a shaking screen process engineering coupled with a drying mechanism supplied. In the explained embodiment fiber lengths became IF  $\leq 20$  mm desired, so that from the extruder delivered excess lengths with IF  $\geq 20$  mm of deposited and for careful secondary comminution again the extruder abandoned to become to have.

The fiber explanation results from the extruder (without coarse good feedback), which can be reached, and from the splinter mill with discharge filter 8 mm x 8 mm are in table 2 common with the conditions in both cases used bamboo hogged woods summarized. Concerning the fiber explanation results it is to be noted that the coarse fiber portions differ just like the fine fiber portions of very significant. With the extruder above all an high proportion is to be considered with fibers, which lie in the range of the Elementarfaserabmessungen of bamboo, while the portion of rougher fiber bundles relative low lies. A cause for this becomes seen in constructional details of the corresponding laid out and operated aggregate. With the accomplished extrusion runs practiced changes of constructional details, like waving deer number, Schneckensteigung and free outlet cross-section, show that the displacements of the fiber-technical properties, as lengthening and thickness distribution of the discharged fibers are, required for certain applications of fibers, possible.

EMI 13.1

#### Embodiment 5.3:

[0018] In this embodiment the combination according to invention of the mechanical fiber preparation with the fiber drying process appears. Dabei ist zu unterscheiden, dass es einerseits zweckmässig sein kann, den stangenförmigen Rohbamboo bereits beim Erzeuger aus lager- und transporttechnischen Gründen vor seiner Grobzerkleinerung auf Restfeuchtegehalte von ca. 12 - to predry 15%. On the other hand it is favourable because of the dust formation with the comminution as well as because of the smaller wear effect of wet raw bamboo in cutting acting sorters, entrance wet contents  $>$  to adjust 20%. Such humidity is because of the dye inclination connected thereby above all de finer bamboo fibers with subsequent classifying, in particular on shaking screens of most different type, very adverse. Also the camp and transportability of all manufactured bamboo products become adversely affected by such humidity. Thus in any case narrow are connection of mechanical bamboo preparation and drying process given.

#### Embodiment 6:

[0019] The shaped like a bar, faserhaltige, organic raw material, preferably that managing already described bamboo, becomes by the way however the Vorzerkleinerung 1 abandoned adjustable technologically same in all procedure examples regarding the length of the products which can be won. It can be favourable to arrange the feedings laundry contained in other examples 2 than humidification distance before the Vorzerkleinerung 1 (not in Fig. 4 contains).

After the Vorzerkleinerung 1 the too zerfasernde task material arrives to a downstream classifying stage into an actual known high-speed coarse beating stage 11 and becomes formed, abandoned after discharge from this 16,1, primary as actual known multi-cover filter. Here take place the separation of the technologically undesired over grain 23 (e.g. dF  $> 4$  mm) and removing the coarse grain parliamentary group 22 as finished-good (e.g. with dimensions for dF = 2 - 4 mm). The further delivered fine-good 21 (e.g. dF  $< 2$  mm) becomes a downstream classifying 16,2 over the drying process 14 the division in other fiber parliamentary groups (21.1; 21.2; 21.3) supplied. Both classifying stage 16,1 and 16,2 should become with or several, in each case multi-cover sieve jiggers equipped equipped with Siebabreinigungseinrichtungen such as knocking soils.

The over grain 23 preferably becomes one as disk mill with up to approx. 0.2 mm adjustable meal gap designed fine beating 20 abandoned. Already in the coarse beating stage 11 fine-good 21 resulting in dependence of the there incorporated cutting up and classifying tools and the discharge 24 v.g. Fine beating 20 common (good supply from 16.1 the corresponding dotted direction of arrow before position become. 14) or the separated insertable, subsequent drying process 14 for fine-good supplied. The dryer design as current or layer dryers results from the purifying grain proportion  $< 0.5$  mm and is in particular dust explosion-endangered operating conditions to exclude. The connecting possibility of an actual known apparatus suitable for the fine good drying process can be very meaningful, if too high feedings wet contents (e.g. Water content  $> 15\%$ ) the Siebklassierung by dye effects of the screening 21, 24 obstruct.

In Fig. 14 or 16,2 (Nachklassierung) it has 4 represented variant with alternate object of the screening 21, 24 on the drying process the advantage that if necessary. the fine beating 20 of the over grain parliamentary group 23 are void and nevertheless the other division of the fine-good 21 in fine stepped fine good parliamentary groups, e.g. with 21.1 (dF  $< 0.5$  mm), with 21.2 (0.5 mm  $\leq$  dF  $< 1$  mm) and with 21.3 (1 mm  $\leq$  dF  $< 2$  mm) to take place knows. In this case the over grain parliamentary group 23 that would have coarse-good 22 to be slammed shut and common with it to be used.